

アシハラガニの巣穴形成に関する研究

著者	武田 哲
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	883
URL	http://hdl.handle.net/10097/38171

博士論文

アシハラガニの巣穴形成に
関する研究

武田 哲

昭和48年

目 次

	頁
第1章 序 論	1
第2章 アシハラガニの巣穴の分布と その要因	6
1. はじめに	7
実験1. アシハラガニの巣穴の分布 と環境要因	8
1. 目的および方法	8
2. 結果および考察	11
実験2. 底土の粘土鉱物含量と含水 量の変化が巣穴形成に及ぼ す影響	16
1. 目的および方法	16
2. 結果および考察	18
実験3. 地下水位と巣穴の深さとの 関係	20
1. 目的および方法	20

エ、結果および考察

22

第3章 アシハラガニの巣穴形成活動と
それに伴う土壌攪拌について

23

1、はじめに

24

2、調査地と方法

25

3、結果

27

4、考察

30

第4章 アシハラガニの巣穴選択と滞在
期間について

32

1、はじめに

33

実験1、塩化ビニールパイプに対す
るアシハラガニの選択実験

34

1、方法

35

2、結果および考察

36

実験2、野外におけるアシハラガニ
の人工巣穴の利用について

37

1、目的および方法	37
2、結果および考察	38
実験3、人工巣穴におけるアシハラ	41
ガニの滞在期間	
1、目的および方法	41
2、結果および考察	42
第5章 アシハラガニの巣穴形成活動が	44
土壤に及ぼす影響について	
1、はじめに	45
実験1、アシハラガニの有無による	46
ヨシ枯死体の土壤中の現存	
量の比較	
1、目的および方法	46
2、結果および考察	48
実験2、巣穴の密度と土壤中におけ	50
るヨシ枯死体の垂直分布	
1、目的および方法	50
2、結果および考察	51

第6章 総合討論

53

摘要

59

謝辞

63

引用文献

65

No. /

第 / 章

序 論

感潮河川や汽水性のラグーンの岸边には、しばしばヨシ *Phragmites australis* 群落が発達していることは周知の事実である。このような干満周期によって汽水の浸入と退潮を繰り返しているヨシ原には、アシハラガニ *Helice tridens* ・ハマガニ *Chasmagnathus convexus* ・クロベンケイガニ *Chiromantes dekaani* などが生息している。これらのうち、優占種はその名の示すとおりにアシハラガニであるが、この種はイワガニ科 Grapsidae ・アシハラガニ属 *Helice* に属する。彼らは、淡水域のヨシ原には生息せず、汽水域のヨシ原にその分布が限定されている。Ono (1959) は河川におけるアシハラガニの分布を調べた結果、その分布域は満潮時の塩分濃度が4‰~29‰の範囲に限定していることを報告している。

ところで、このアシハラガニは塩性湿地の底土に、平均直径が3cm程度の斜めに湾曲した平均15cmの深さの巣穴を掘り、通常1つの巣穴に1個体が入っている。アシハラガニは

この巣穴を中心として活動することが知られているが、この巣穴は外敵や物理的擾乱から身を守ることに役立つと考えられている（五嶋・伊沢・小野、1978）。

一般に、河口およびラグーンの岸辺のヨシ原は、陸側に向って高くなるという地形勾配を持っているので、水辺に近い場所はより頻繁に潮汐の影響を受け、水辺より高くなるにつれて徐々に潮汐の影響が少なくなるという環境勾配が生じる。ところで、著者の観察によれば、アシハラガニの巣穴の密度は/m²当たり平均50個で、多い場所では150個にも及ぶが、これらの巣穴は潮汐によって水没すると崩壊して埋まることがわかった。通常、干満は1日に2回あるので、このような潮汐の影響を受ける場所では、巣穴は満潮時に崩壊し、干潮時に新たに造られていると考えられる。もし、そのように考えるならば、汽水域のヨシ原の土壌は、アシハラガニの巣穴形成活動によって絶えず攪拌されていることになる。

本研究は、アシハラガニの巣穴形成に関する種々の知見を収集し、巣穴形成行動のもつ生態学的な意味を知ることを目的としたものであるが、著者は特にこのような巣穴形成活動によるヨシ原土壌への物理・化学的影響に対して注目した。

そのため、第2章では巣穴の密度とその直径および深さを調査し、これらがヨシ原の地高によっていかなる分布様式を持っているかを明らかにし、また、その分布を決定する要因が何であるかを探ることを目的とした。

第3章においては、朝夕によって巣穴が崩壊した後、新たに巣穴が形成されることによって、どの位の量の底土を掘り起こしているかを推定することを試みた。

また、第4章では、彼らの巣穴における滞在時間を知るために野外実験をおこなひ、あわせて巣穴選好性に関して、行動学的な立場から研究をおこなった。

第5章においては、アシハラガニが巣穴を

形成することによって土壌に及ぼす影響を、
ヨシ枯死体の土壌中への埋め込み量、および
土壌の化学的变化からとらえ、巣穴形成活動
の土壌に対する影響の有無を明らかにするこ
とを試みた。

第 乙 章

アシハラガニの巢穴の
分布とその要因

ノ、はじめに

すでに序論で述べたように、汽水域のヨシ原は朝夕の影響を受け、干出と水没を繰り返すが、ヨシ原の地高は汀線から陸側に向うにつれて高くなるので、同じ汽水域のヨシ原でも汀線から陸地へ向うにつれて、朝夕の影響を受ける度合が異なることが考えられる。また、このように朝夕の影響が異なることによって、底土の性質が変化することが予想される。

本章では、上記のような環境勾配をもつヨシ原において、アシハラガニの巣穴の密度、および直径と深さを調査することによって、巣穴の分布様式を明らかにし、さらに、巣穴の分布の要因を底土との関係において探ることを目的とした。

実験1、アシハラガニの巣穴の分布と 環境要因

1、目的および方法

本研究の対象として選定した調査地は、仙
台湾に注ぐ七北田川の河口左岸に発達した、
蒲生潟の陸側に位置するヨシ原である（図1）
。このヨシ原は、前面のラグーンを通じて遡
上する潮汐の影響を受け、干満に応じて干出
と水没を繰り返す。この場所は約1.2°の単調
な地形勾配をもち、大潮満潮時には汀線から
の水平距離で40mまで、また小潮満潮時には
10mまでが水没する。アシハラガニの巣穴の
調査には、汀線からの水平距離が0・10・20
・30・40・50・60mの地点のヨシ原を選んだ
（図2）。以下、0・10・20・30・40・50・60
m地点と呼ぶことにする。

上記の調査地点に、50cm×50cmのユドラー
トを置き、この中に出現する巣穴数を、1980

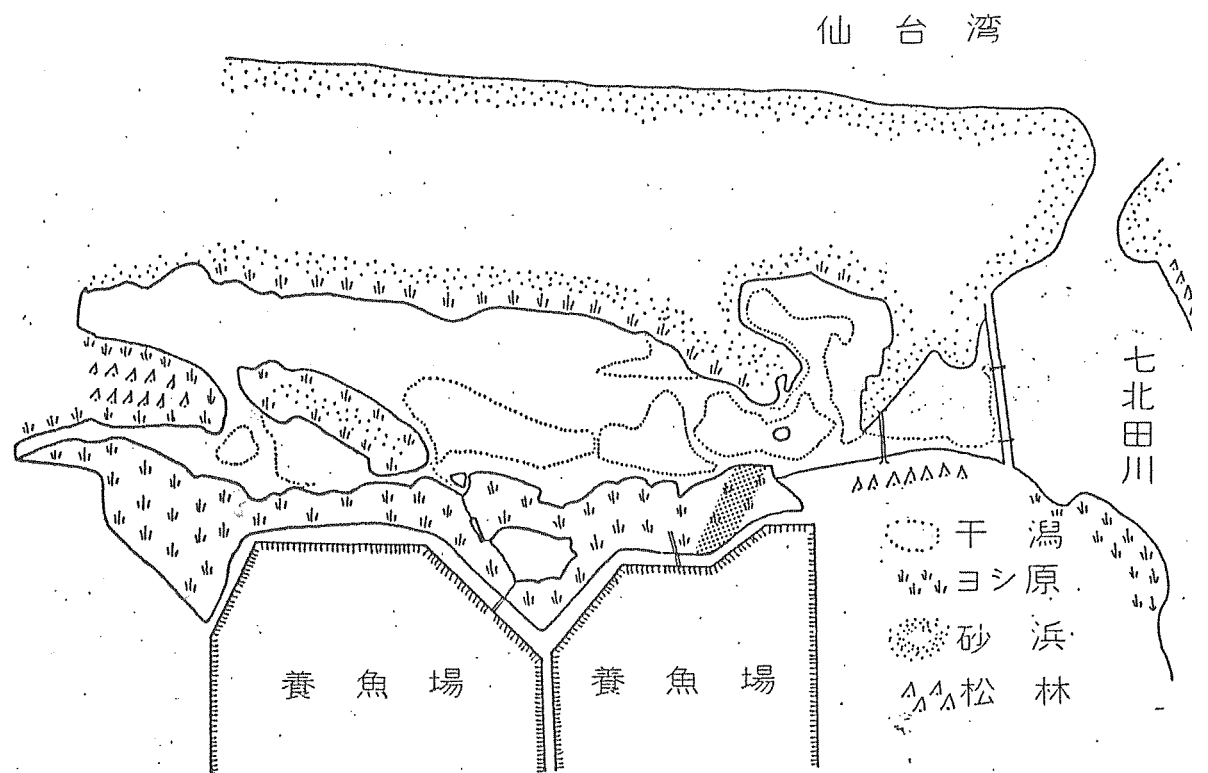


図1. 蒲生潟の概観
 調査地を示す。

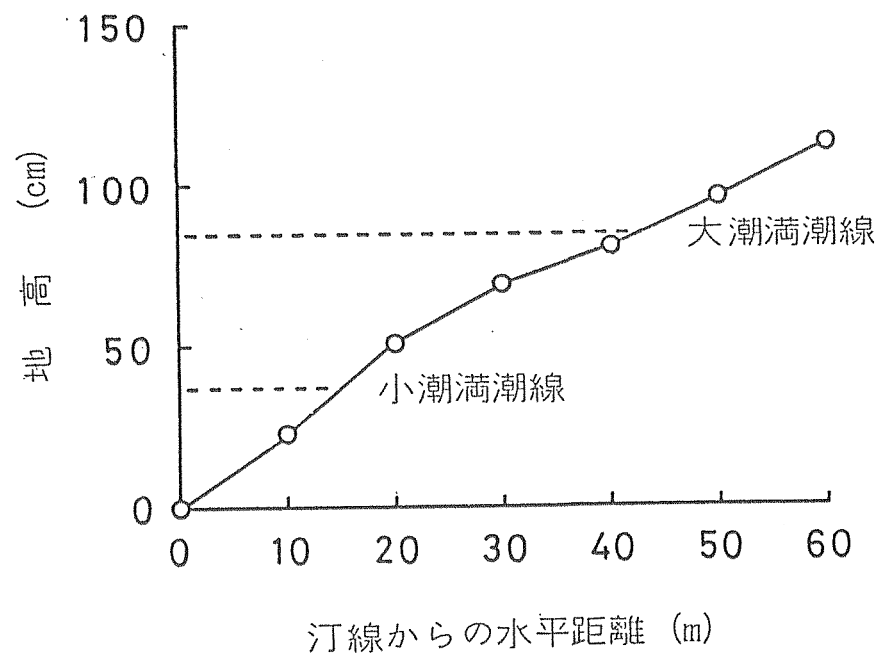


図2. 調査地の地形断面図

年と1987年の2年間にわたり、アシハラガニの活動期間である4月から11月にかけて調べた。

また、巣穴は斜め横に掘られているので、巣穴の大きさの指標として直径および深さを測定した。その際、巣穴に入っているアシハラガニの大きさとしては、最大甲中（以下、甲中と略す）をその指標として測定した。

さらに、各調査地点において、表面から1 cm、1～10 cm、10～20 cm、20～30 cmの深さから底土を採取し、粒度組成および含水量を測定した。粒度組成については、底土を風乾した後、タイラーの標準篩（目の大きさは、2 mm、1 mm、0.5 mm、0.25 mm、0.125 mm、0.063 mmの6段階）を用いて粒度分析し、重量パーセントで示した。また、含水量については、底土を110℃で乾燥させて水分量を求め、重量パーセントで示した。

また、1982年12月3日から4日にかけての大潮時において、汀線からの水平距離が10・

50および50mの地点に深さ50cmの穴を掘って、
潮汐周期にともなう地下水位の変化を測定し、
あわせて水深も記録した。

2、結果および考察

1980年と1981年におけるアシハラガニの巣穴数の季節変化を、図3(a)・(b)に示す。調査期間を通して、汀線より10mの地点では巣穴数は多く、20mおよび30m地点では減少し、40・50・60m地点では増加するという2峰型を示した。また、10m地点における巣穴数は、1980年および1981年のいずれの場合も4・5月に多く、6・7・8月に減少し、9・10月に再び増加するという季節変化が認められた。

巣穴の直径については、上に述べた2峰型を示す巣穴の分布状態から、その峰と谷に相当する10・30・50m地点の巣穴について調査し、その結果を図4に示す。汀線より10mの地点では、0.5cmから1.0cmの直径をもつ巣穴が最も多く、30m地点では直径が0.5cm以下の小さな巣穴が高い頻度で認められた。また、50m地点では極めて大きな直径の巣穴が認められ、最大直径は4.0cmから4.5cmに及

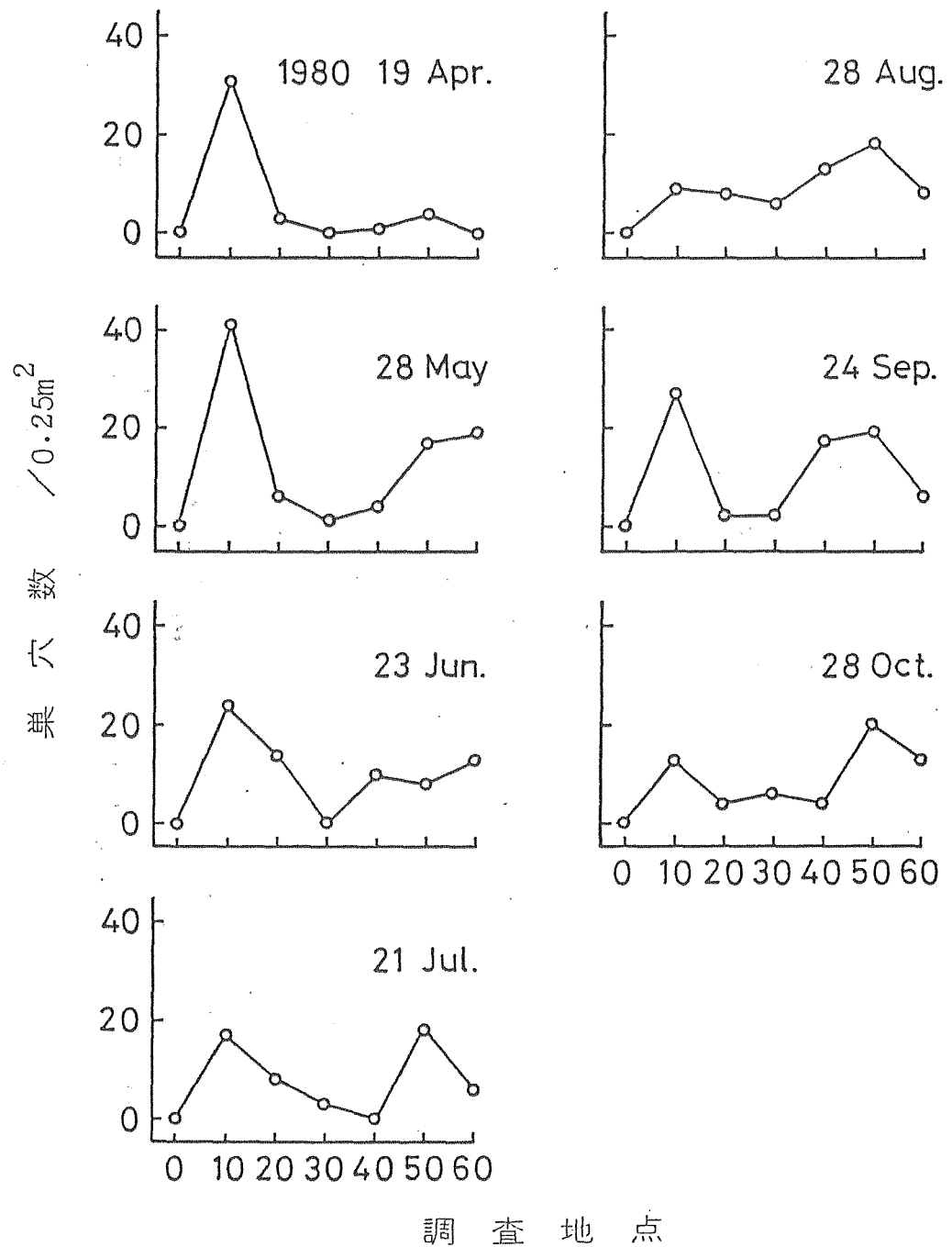


図3 (a). 巣穴数の季節変化

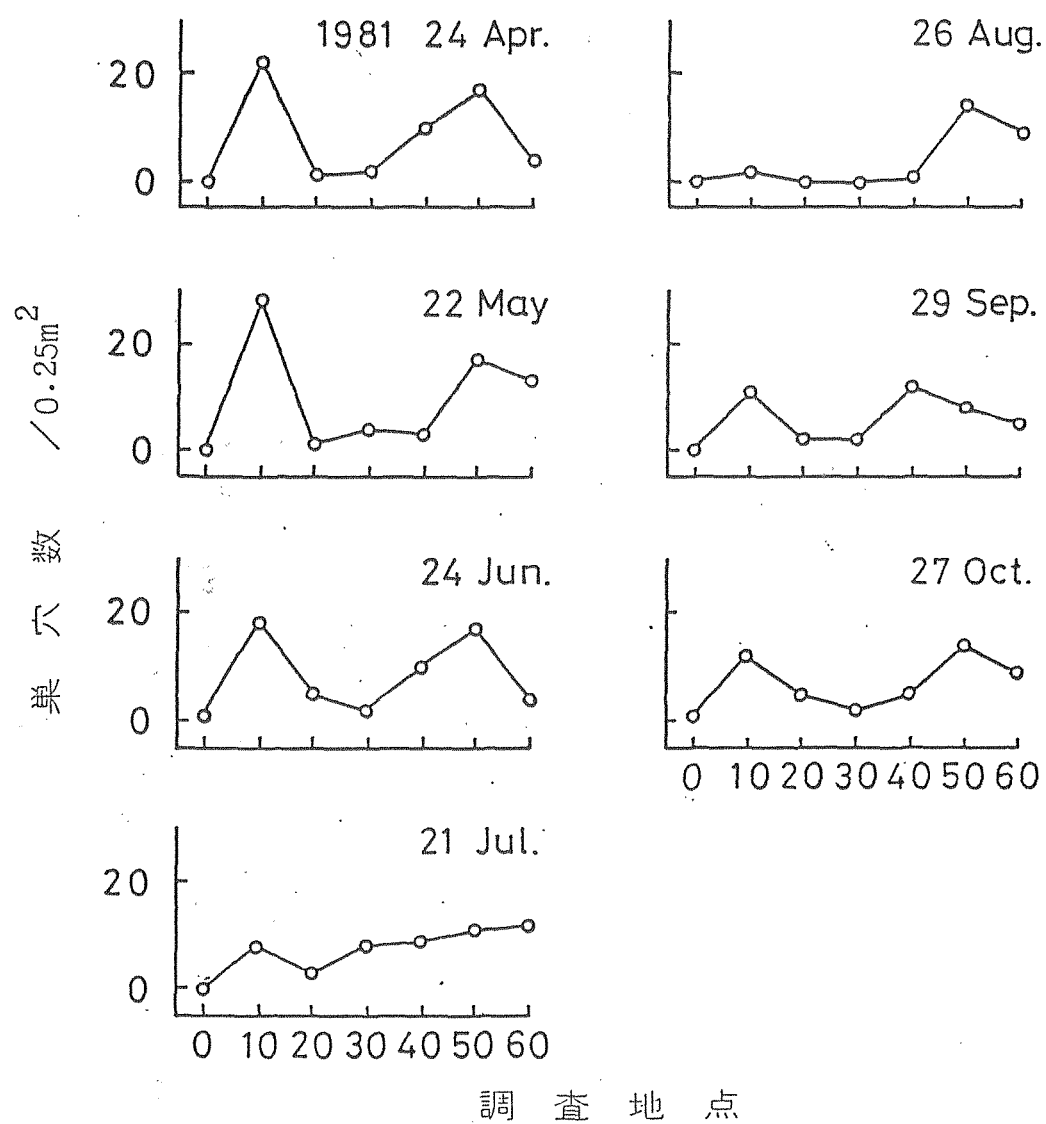


図3 (b). 巣穴数の季節変化

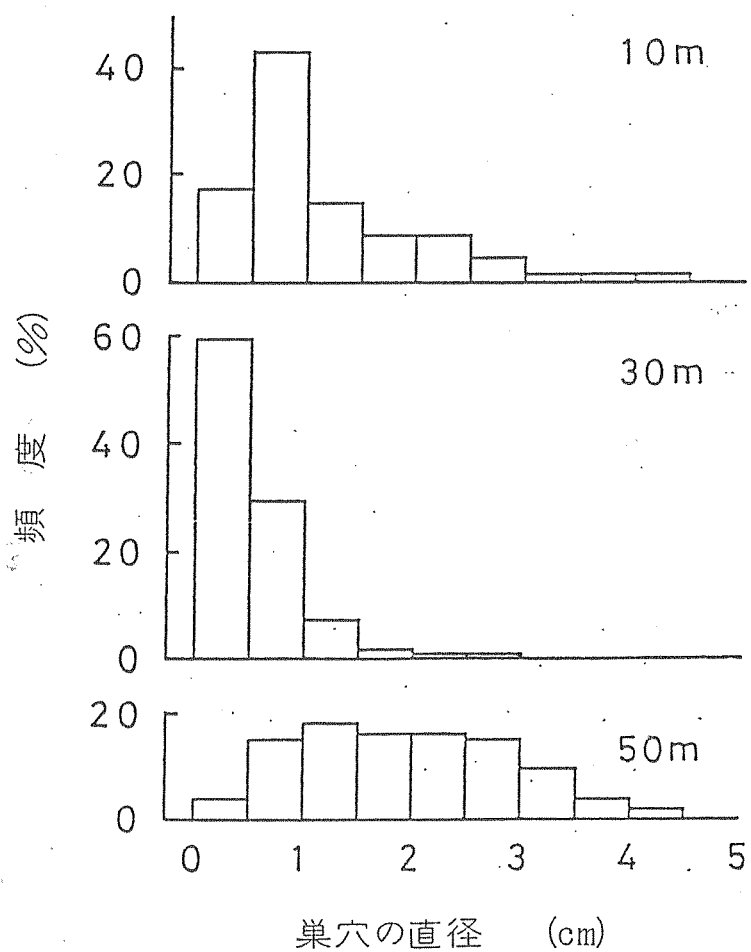


図4. 汀線より10・30・50mの地点における
巣穴の直径の頻度分布

ぶことが観察された。すなわち、汀線に近い10m地点では比較的小さな直径の巣穴の密度が高く、30m地点では極めて小さな直径の巣穴が高い頻度で認められ、50m地点になると大きな直径の巣穴が数多く認められた。

この場合、巣穴の直径とそこに生息しているアシハラガニの大きさとの関係を知るために、甲巾と直径との関係を図5に示した。両者の間には極めて高い相関が認められるので、汀線に近い10m地点では小さなカニが多く、30m地点ではさらに小さなカニが優占し、汀線より50mの地点では大きなカニが数多く生息していることが示された。

また、巣穴の深さについても、上記に記した地点で測定した(図6)。汀線より10mの地点では、10~12.5cmの深さのものが多く、30m地点では5cm以下の浅い巣穴が極めて優占し、50m地点では巣穴は深くなり、20~22.5cmに及ぶことが観察された。

以上述べてきたように、汀線から離れるに

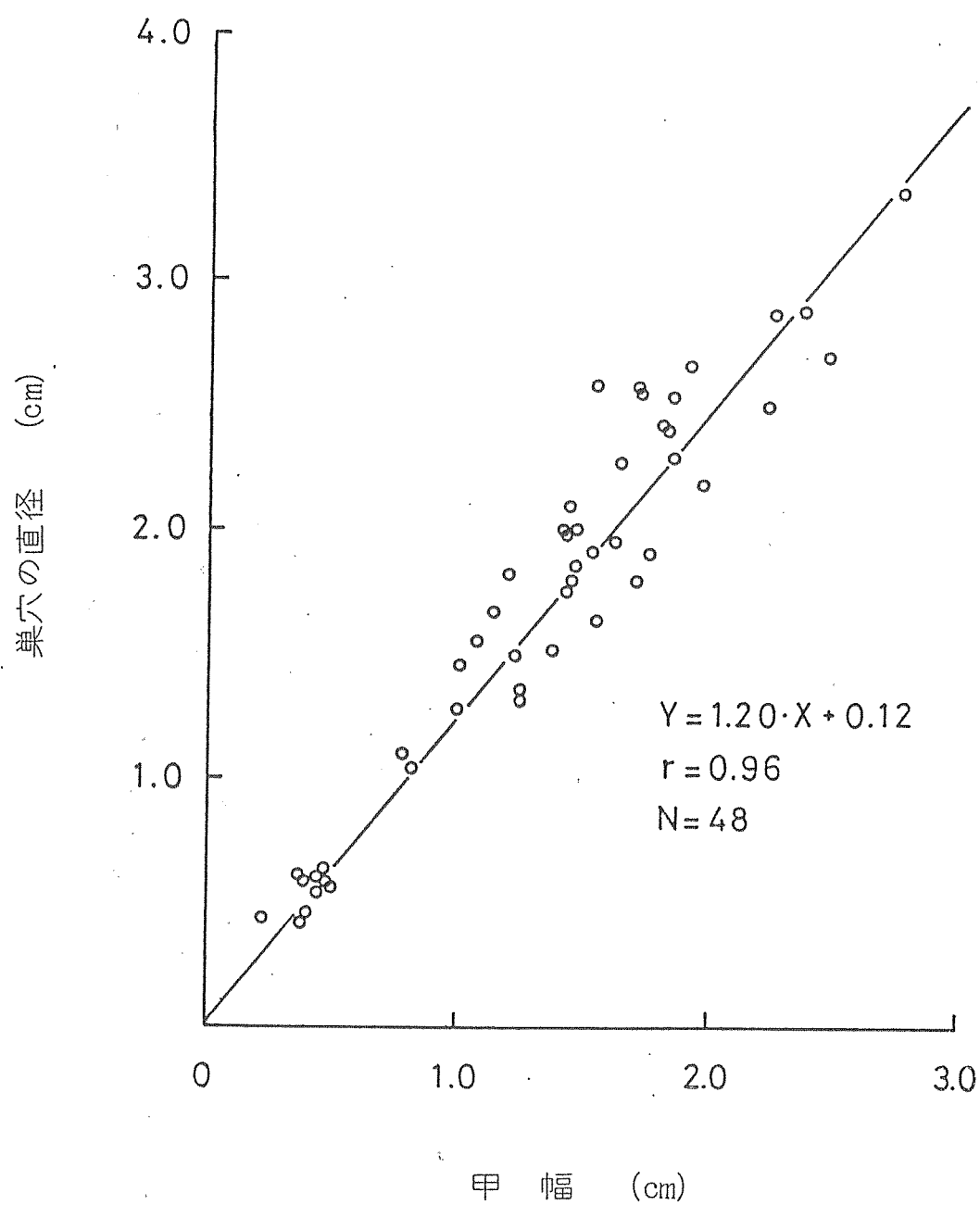


図5. 巢穴の直径と甲幅との関係

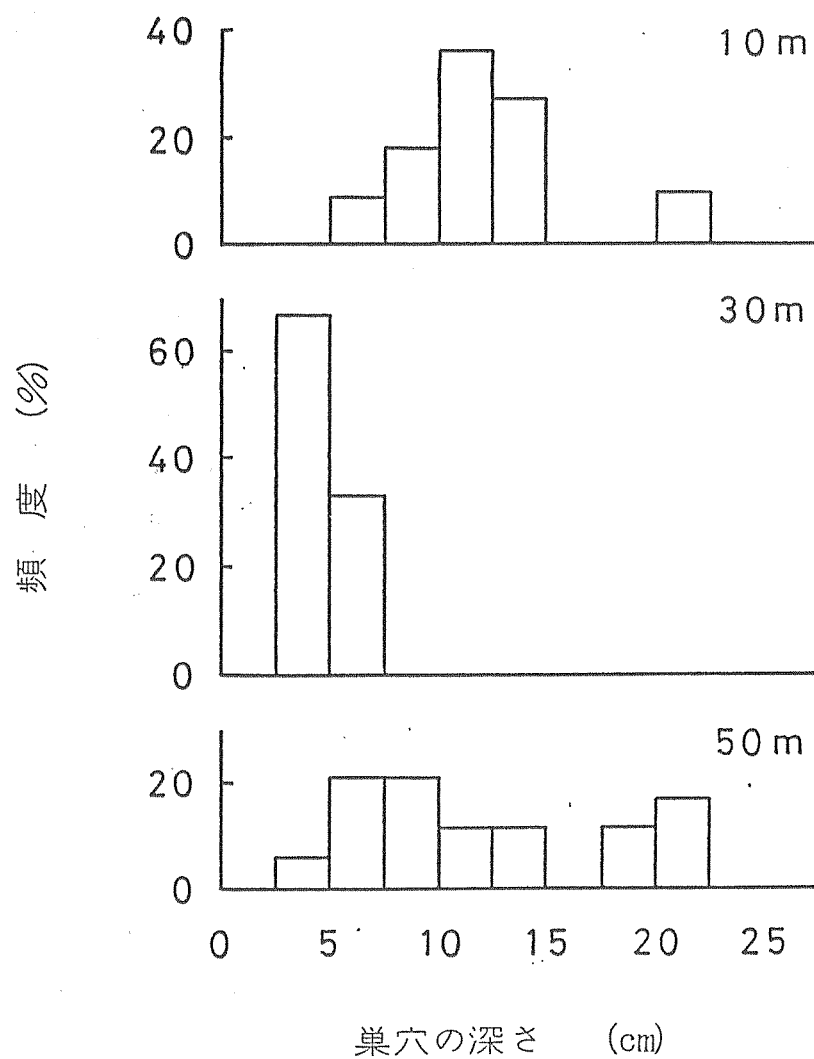


図6. 汀線より10・30・50mの地点における
巣穴の深さの頻度分布

つれて巣穴の密度および直径と深さがそれぞれ異なり、特徴的な分布を示すことがわかった。すなわち、汀線より10mの地点では巣穴の密度は高く、直径はやや小さく、深さもやや浅いが、30m地点では密度は低く、直径も極めて小さく、深さも浅くなる。そして、50m地点では、巣穴の密度は再び増加し、直径は大きく、深さも深くなる。

このような巣穴の分布と環境条件との関係を知るために、汀線より10・30・50mの地点において、底土におけるシルト・クレイ含量および含水量の垂直分布を測定した。表1は、シルト・クレイ含量の垂直分布を示すが、汀線より10mの地点では、ほぼ30%のシルト・クレイ含量を表面から30cmの深さにわたって示すが、汀線より30mの地点では、表面より20cmの深さにわたって、極めて低いシルト・クレイ含量を示す。また、50m地点では、表面から1cmの深さにおけるシルト・クレイ含量は極めて低い、1cmより深いところでは

表1. 汀線より10・30・50mの地点の底土における
シルト・クレイ含量 (%)

深さ (cm)	調査地点		
	10m	30m	50m
0- 1	32.0	5.0	3.3
1- 10	25.7	3.6	18.9
10- 20	23.9	4.6	17.8
20- 30	31.6	16.3	11.2

はば20%の値を示す。このように、巣穴形成部位における底土のシルト・フレス含量は、各調査地点で特徴的であった。

図7は、大潮時における蒲生瀉の水位変化を示したものであるが、最干潮から最満潮になるのに約1時間、最満潮から最干潮になるのに約1時間を要し、最満潮時における水位はおよそ40cmであった。

図8は、以上の干満周期にともなう各調査地点における水位の変化を示したものであるが、汀線に最も近い10m地点では、最満潮時には地表より30cmの高さまで冠水するが、退潮とともに地表は露出し、さらに水位は地表面より8cm低くなる。したがって、この調査地点は上げ潮にともなう冠水と、下げ潮にともなう地下水位の変動が生じていることが明らかである。また、汀線より30mの地点においても、10m地点とはほぼ同様の水位変化が生じる。しかし、50m地点では冠水することなく、地下水位は地表面からおよそ15cmの深

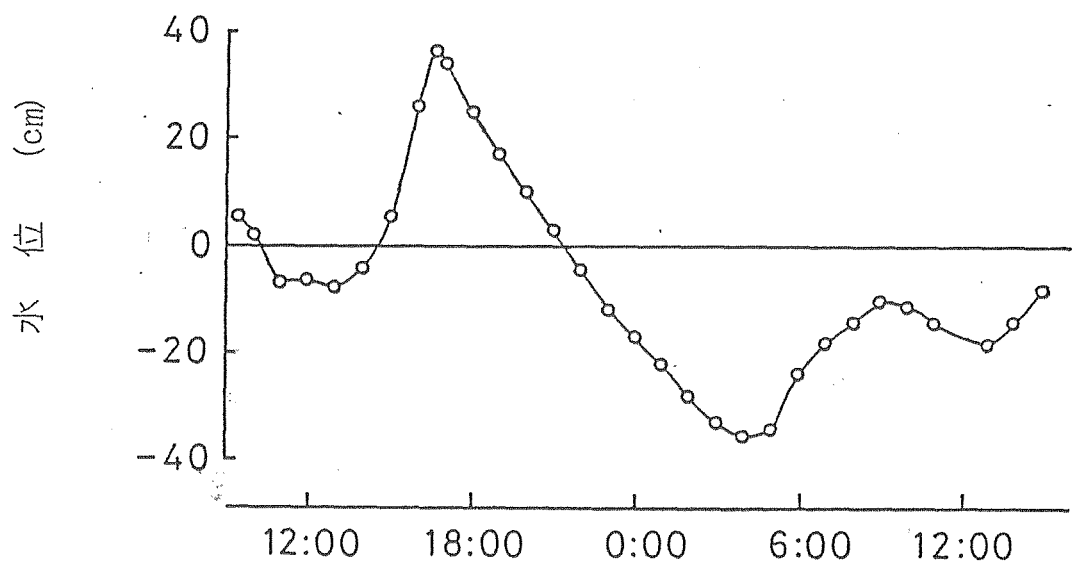


図7. 蒲生潟における水位変化

0 cmは、1982年12月3～4日における
平均水位を示す。

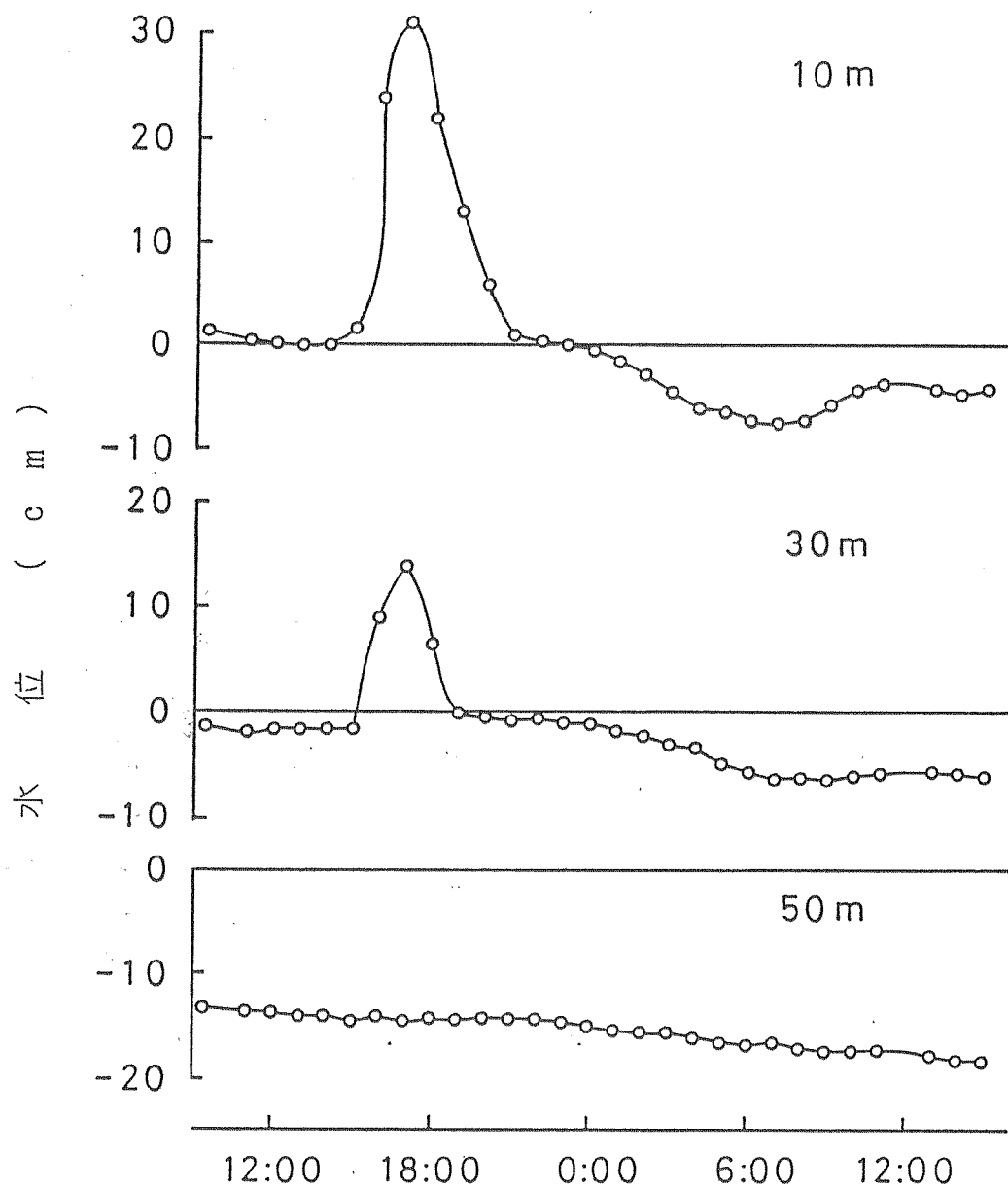


図8. 汀線より10・30・50mの地点における水位変化
観測日は1982年12月3～4日である。
0 cmは地表面を示す。

さにあり、干満周期と関係なくほぼ一定の水位を示している。

また、含水量の垂直分布を表すに示すが、10m および50m 地点では底土の全層にわたってほぼ50%という値を、また、30m 地点においても40%前後の高い値を示した。この場合、朝夕によつて冠水しない50m 地点においても、10m 地点とほぼ同量の含水量を示すことは、地下水からの毛管現象によつて絶えず水分が補給されていることを示す。

以上のように、アシハラガニの巣穴の密度の高い10m 地点では、巣穴形成部位のシルト・クレイ含量が高く、かつ水位の変動が見られ、また、巣穴の密度が低い30m 地点ではシルト・クレイ含量が極めて低く、かつ水位の変動が認められた。一方、巣穴の密度の高い50m 地点では、表層ではシルト・クレイ含量が極めて少なく、1cm より深いところでは約20%という高い値を示したが、水位は巣穴形成部位において変化しないことがわかった。

表2. 汀線より10・30・50mの地点の底土における
含水量 (%)

深さ (cm)	調査地点		
	10m	30m	50m
0- 1	62.6	46.2	51.3
1- 10	57.4	32.4	46.5
10- 20	53.3	38.2	52.1
20- 30	41.4	40.5	47.5

実験2、底土の粘土鉱物含量と含水量の 変化が巣穴形成に及ぼす影響

1、目的および方法

実験1においては、アシハラガニの巣穴の密度と直径の大きさおよび深さと、底土のシルト・クレイ含量と含水量および潮汐にともなう水位変化との間に対応関係が認められたので、本実験では、底土のシルト・クレイ含量および含水量と巣穴形成との関係を明らかにするために、以下に述べる実験をおこなった。

直径27cm・深さ27cmの円筒容器に、1mm目の篩を通した海砂と粘土鉱物の1種であるベントナイトを、後者が0・5・10・15・20・25%になるように含量を変えて混合し、15cmの深さになるように充填した。一方、含水量は0%から60%まで変化させ、12段階のシリーズをつくり、このようなベントナイト含量

と含水量の異なる底土の入った容器に、アシハラガニを1個ずつ放ち、20℃・暗条件下で巣穴の形成の有無を観察した。

エ、結果および考察

表3にその結果を示すが、ベントナイト含量が低い場合、含水量が低いときに巣穴が形成されるが、含水量が高いときには形成されない。また、ベントナイト含量が高い場合には、含水量が低いと巣穴は形成されず、含水量が高い場合に巣穴の形成が観察された。すなわち、このような含水量とベントナイト含量の割合において、巣穴の形成が認められるという結果は、水分と粘土鉱物によってもたらされる土壌の可塑性が、巣穴形成に対して極めて重要であることを示している。

このような結果にもとづいて、蒲生潟ヨシ原における巣穴の密度を考えると、いずれの調査地点においても水分は十分にあるが、汀線より10m および50mの地点ではシルト・フレイ含量が高く、30m地点では極めて低いという特徴が認められる。したがって、表1および表2に述べた結果をもとにするならば、

表3. 底土の粘土鉱物含量および含水量と
アシハラガニの巣穴形成との関係

ベントナイト含量 (%)	含水量 (%)												
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
0		+											
5		+	+	+	+	+							
10			+	+	+	+	+	+					
15					+	+	+	+	+				
20						+	+	+	+	+	+		

＋は巣穴形成を示す。

30m地点ではシルト・クレイ含量に比して含水量が高いことに由来する可塑性の欠如が、巣穴の形成を抑制したことが考えられる。

実験3、地下水位と巣穴の深さとの関係

1、目的および方法

実験2において、アシハラガニの巣穴形成には、底土のシルト・クレイ含量と含水量が重要であることが判明した。しかし、感潮ヨシ原においては、潮汐にともなう水位変動が場所によつて異なるので、本実験においては、異った地点の底土がいかなる水位の場合に巣穴の形成が可能であるかを知ることが目的とした。

このために、実験2と同じ大きさの容器の側壁に、底面から $5 \cdot 10 \cdot 15 \text{ cm}$ の高さに直径 1 cm の穴を開けて、4種類の容器を作製した。これらの容器に、 1 mm 目の篩を通し大きな夾雑物を除去した、 $10 \cdot 30$ および 50 m 地点の底土を 15 cm の深さに充填した。そして、各底土について地表面より深さ $0 \cdot 5 \cdot 10 \text{ cm}$ の位置に水位を保ち、実験2と同じ条件下でアシハ

No. 21

うが二の巣穴形成を観察した (図9)。

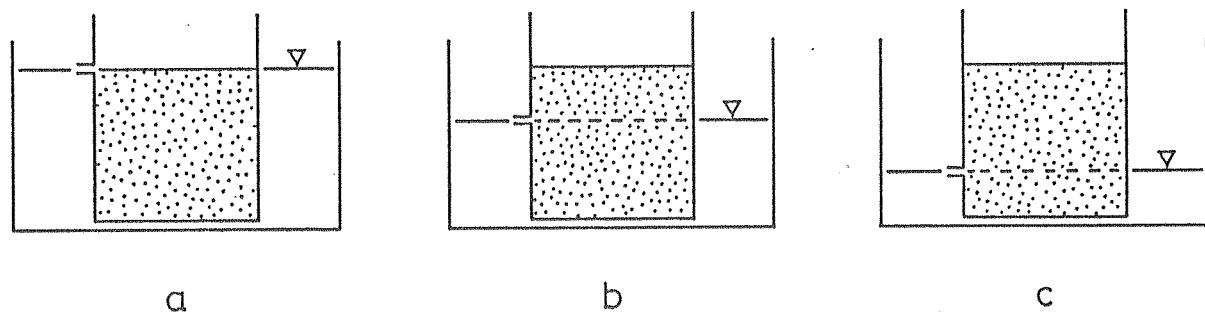


図9. 実験装置の断面図

a : 水位は地表面より 0 cm

b : 水位は地表面より 5 cm

c : 水位は地表面より 10cm

2. 結果および考察

結果を表々に示すが、汀線より 10m および 50m の地点から採取したシルト・クレイ含量の高い底土においては、水位より深く巣穴を掘ることができるが、30m 地点のシルト・クレイ含量の少ない砂質に富む底土においては、水位が地表面より 10cm の深さの場合には、巣穴の深さと水位の深さはほぼ一致し、水位より深い巣穴は形成できない。この場合、興味あることは、水位を現場の水位にあわせて地下 5cm にすると、アシハラガニは巣穴を形成することができないという結果であった。

すでに実験 7 で述べたように、10m 地点における干潮時の水位は地下 5cm で浅く、30m 地点でも約 5cm と浅く、また、50m 地点では約 15cm と深かった。しかし、10m と 50m 地点では地下水位よりも深くまで掘ることができるので、巣穴は深くなり、一方、30m 地点での水位は地下 5cm であり、巣穴の深さは 5cm

表4. 汀線より10・30・50mの地点から採取した底土における
地下水位と巣穴の深さ (cm) との関係

採取地点 (汀線よりの距離)	地下水位 (cm)		
	0	5	10
10m	12.2 ± 1.4 (13)	14.4 ± 0.5 (13)	14.9 ± 0.2 (14)
30m	— (7)	— (10)	10.8 ± 0.8 (10)
50m	10.4 ± 1.2 (10)	11.3 ± 1.5 (10)	14.1 ± 0.8 (10)

—は巣穴を形成しなかったことを示す

() 内の数字は実験回数を示す

よりも浅くなる。このことは、汀線より30m
の地点で巣穴の深さが極めて浅いという結果
(図6)を裏付けるものである。

第 3 章

アシハラガニの巣穴形成活動と
それに伴う土壌攪拌について

1. はじめに

前章において、アシハラガニの巣穴の分布や深さが、ヨシ原土壤の粒度組成と含水量および朝夕にともなう水位変動によって影響を受けることを見てきたが、巣穴の形成に際しては、アシハラガニは底土を掘り起こして地表面に土塊を堆積するという事実注意到する必要がある。しかも、巣穴を形成する場所はおおむね朝夕の影響を受けるので、上げ潮時には、多くの巣穴は崩れてしまい、アシハラガニは再び巣穴を掘らなければならない。このように、アシハラガニは巣穴を形成することによって感潮ヨシ原の土壤を攪拌していることになり、このことは当然の事ながら土壤にさまざまな影響を及ぼすことになる。

本章では、アシハラガニの巣穴形成活動によって掘り出される底土の量を推定することを目的とした。

2. 調査地と方法

調査地は仙台市の南部を流下する名取川河口の左岸に位置する塩性湿地で、そこにはヨシが繁茂しており、底生動物のうちではアシハラガニが優占している。

このヨシ原に $50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ の方形区ユドラートをもつ設置し、ユドラート内のアシハラガニのすべての巣穴の開口部に標識をつけ、崩壊したもの、新しく形成されたものおよび残存しているものをそれぞれ経日的に計数した。

また、巣穴の容積については、十分に乾燥させた海砂を巣穴の開口部まで詰め込み、巣穴を満たすのに要した海砂の容積によって測定した。調査は1991年8月4日から8月27日にわたっておこなわれた。

3. 結果

調査期間において、現存している巣穴、崩壊した巣穴および新しく形成された巣穴の数の変化を表すに示す。調査初日である8月4日には35個の巣穴が認められたが、次の調査日である8月6日までには、11個が崩壊し、21個が新生し、そのため5個の巣穴が現存した。このようにして現存、崩壊、新生巣穴の数の経日的変化をみると、調査期における現存巣穴の数には急激な増減は認められず、平均50個の巣穴が認められた。

図10は新しく形成された巣穴の数と崩壊した巣穴の数との関係を示したもので、崩壊巣穴数と新生巣穴数との間の相関係数は0.72であった。このことは、一部の巣穴は崩壊するが、その分を補うように新しい巣穴が形成されることにより、巣穴の現存数はほぼ一定の値を維持していることを示している。

つぎに、各調査日における新生巣穴の崩壊

表5. 現存巣穴数・新生巣穴数および崩壊巣穴数の
変化 / 1.25m^2

調査日	Aug. 4	6	8	10	12	15	17	18	21
現存巣穴数	35	45	43	39	51	52	60	64	59
新生巣穴数		21	8	7	16	23	31	15	25
崩壊巣穴数		11	10	11	4	22	23	11	30

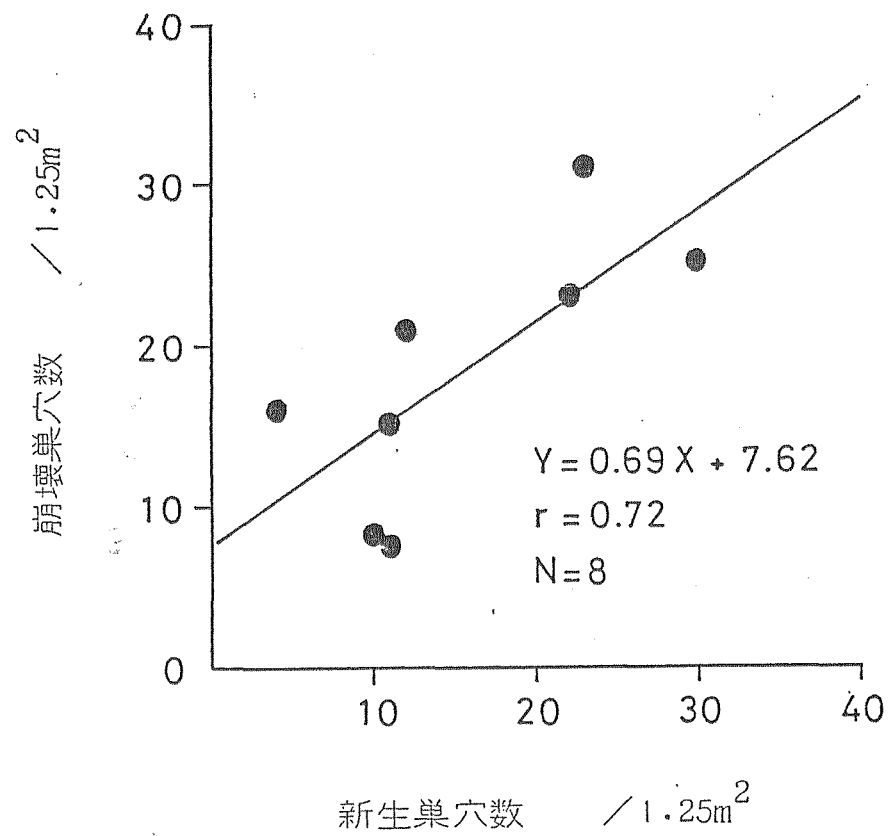


図10. 新生巣穴数と崩壊巣穴数との関係

過程を経日的に追跡した。結果を図11に示すが、新生巣穴の数は日数が経過するにつれて徐々に減少しており、巣穴は一定の割合で順次崩壊することがわかる。いま、図11に示された崩壊過程を残存率の経日変化に換算してまとめると、図12に示すようにアシハラガニの巣穴の崩壊は巣穴形成直後からはじまり、巣穴の半数が崩壊するのに要する時間はほぼ4日であることがわかる。

アシハラガニの巣穴の直径と容積の関係を図13に示す。巣穴の容積は直径が大きくなるにつれて指数関数的に増加することがわかる。したがって、巣穴を形成するために掘り出された底土の容積は、新生巣穴の直径を調べることによつて求めることができるわけである。

図14は、調査期間に新しく形成された巣穴の直径の大きさの頻度分布を示したものであるが、直径3 cm前後の巣穴が多く分布していることがわかる。

図15は、図14と図13の直径-容積関係式が

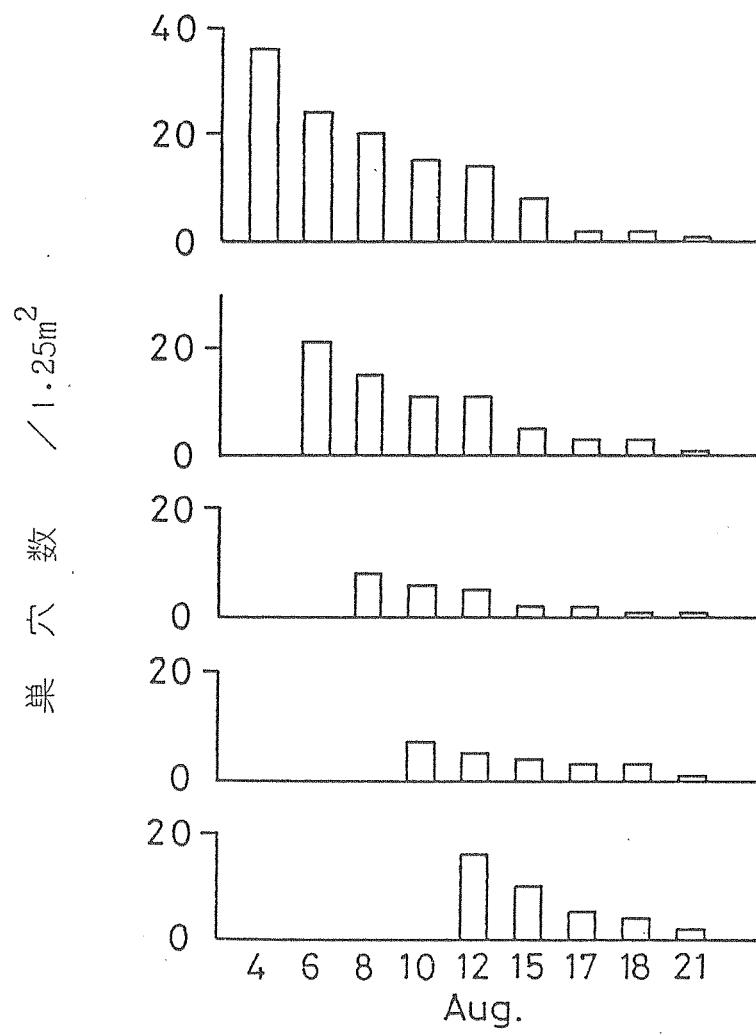


図11. 各調査日において新生した
巣穴の数の経日変化

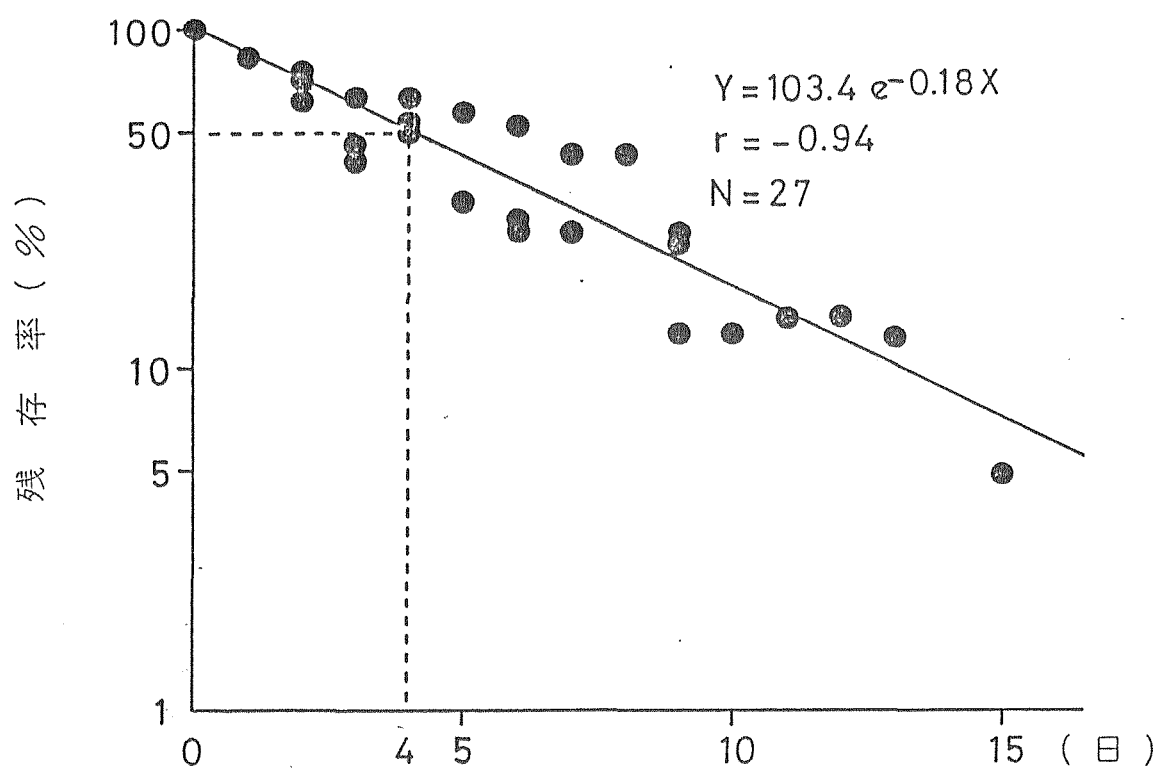


図12. 新生巣穴数の残存率の経日変化

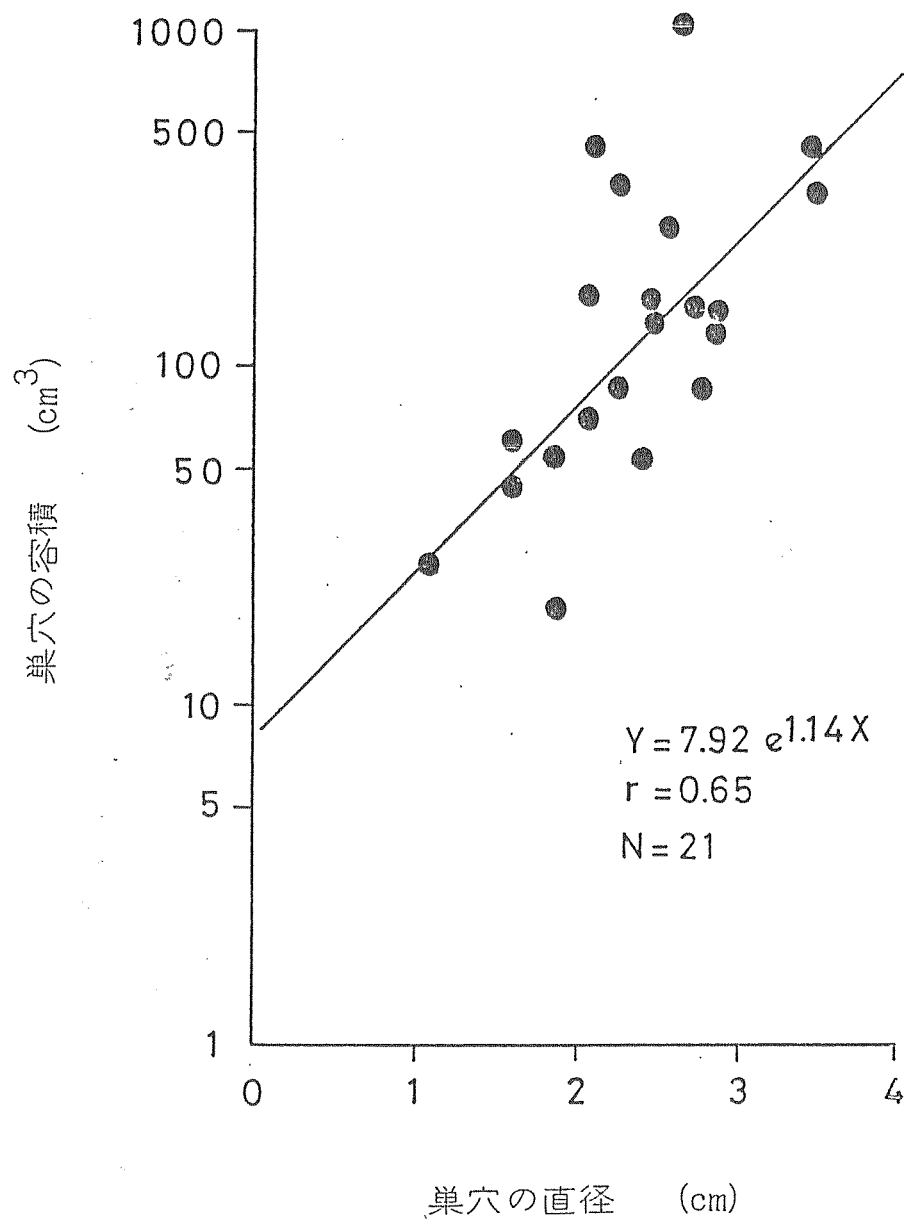


図13. 巣穴の直径と巣穴の容積との関係

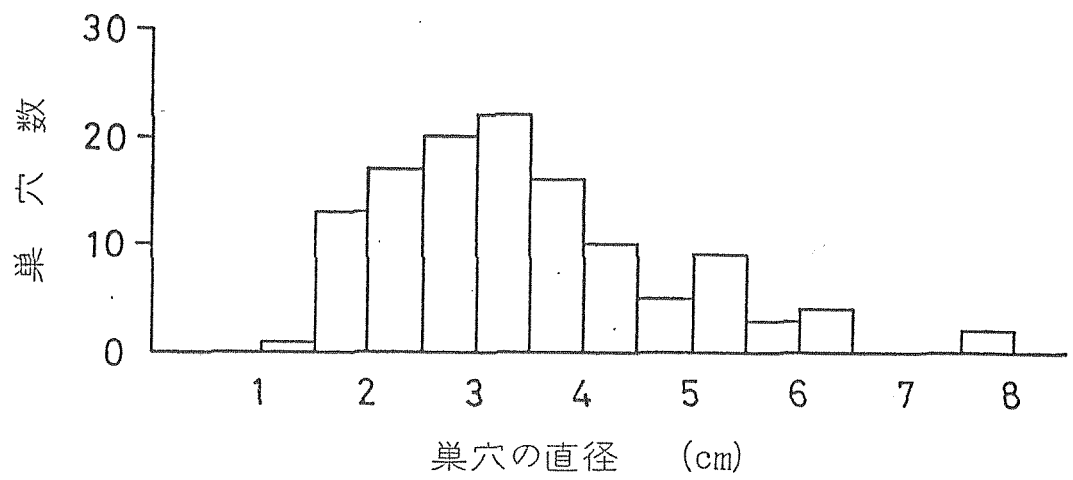


図14. 巣穴の直径の頻度分布

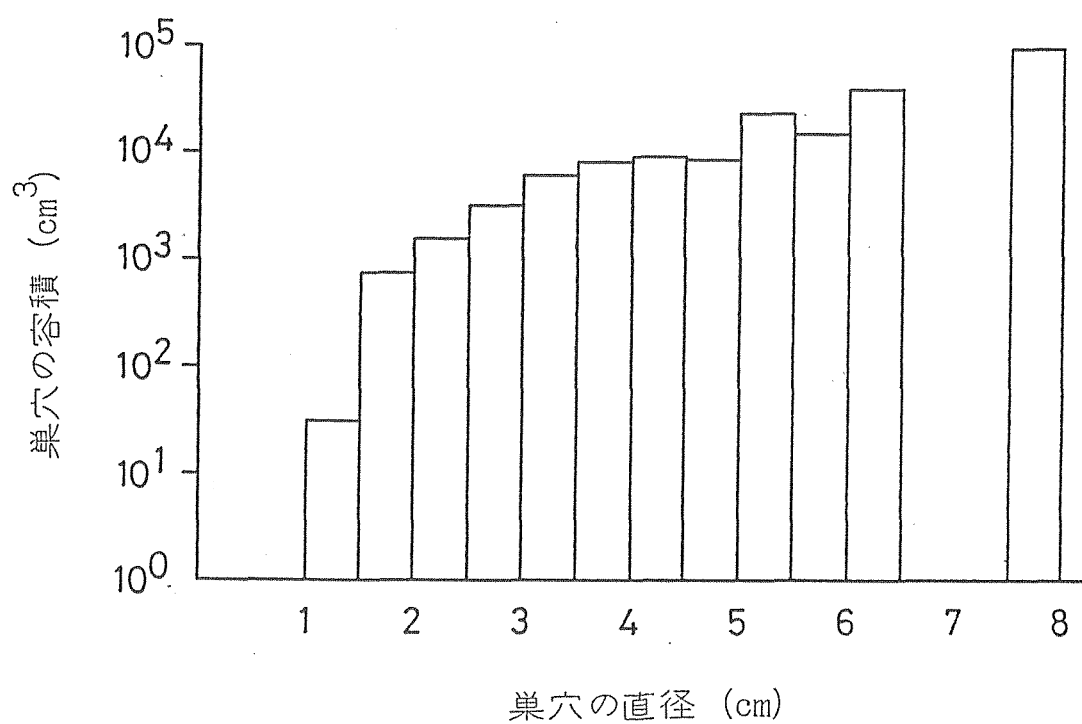


図15. 直径ごとの巣穴の総容積

ら算出した新生巣穴の容積のヒストグラムである。したがって、巣穴の容積の積算値は、巣穴を形成することによって掘り出された底土の総量となり、74日間の測定期間中に1つのユドラートの全面積、すなわち 125 m^2 において掘り出された底土の総量は 200973 cm^3 で、 1 m^2 当たりおよそ 160800 cm^3 となる。

また、巣穴の深さの頻度分布を図16に示すが、 10 cm から 15 cm の深さをもつ巣穴が多く、最も深いものでもおよそ 40 cm であった。このことは、アシハラガニの巣穴形成活動によって、地表面より 40 cm の深さの底土までが掘り出されていることを示している。

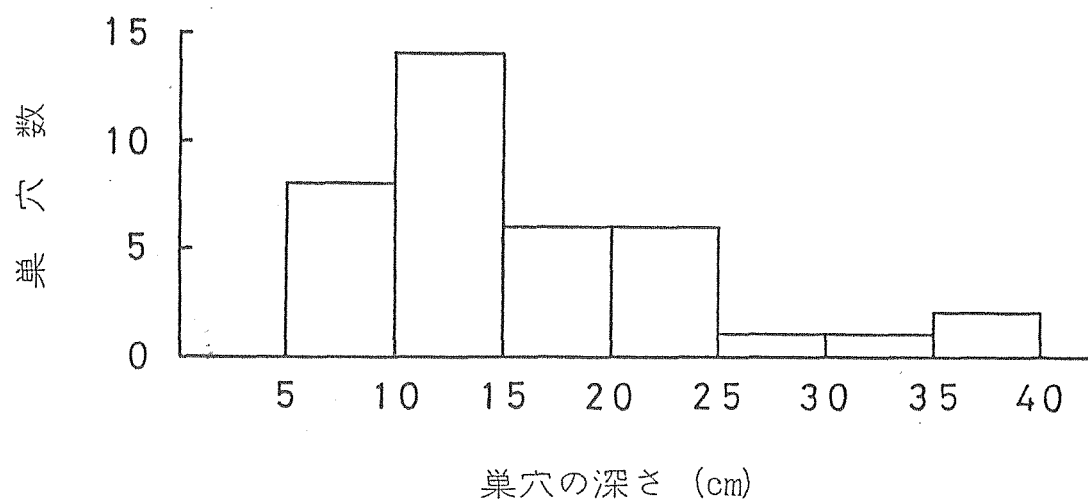


図16. 巣穴の深さの頻度分布

4. 考察

アシハラガニの巣穴は、潮汐にともなう水の移動により、周囲の底土が崩れて埋まるが、図12より新生巣穴のおよそ半数が4日間で崩壊すると考えることができる。ところで、よく巣穴の崩壊がアシハラガニの巣穴放棄によるものとするれば、なぜアシハラガニが巣穴を離れるのか、また崩壊巣穴とはほぼ同数の巣穴が新しく形成されるとすれば、新たに調査地に入ってくる個体の数は何により、て制限されているのかは興味ある現象といわなければならぬ。

このように崩壊巣穴数と新生巣穴数とはほぼ均衡がとれているのであるが、この場合、新しく形成された巣穴の開口部の位置は、崩壊した巣穴の開口部の痕跡の位置とは重なることがなく、新生巣穴は崩壊巣穴とは別の場所に生ずることが観察された。したがって、巣穴形成活動により地表面に運び出された底

土の量は、新しく形成された巣穴の容積に等しいと考えることができる。

また、本調査ではアシハラガニの巣穴は1つの開口部をもつことが観察された。したがって、図4に示した巣穴の直径の大きさの頻度分布から、図6の関係式を用いて新生巣穴の容積を推定することは妥当であると考えられる。

計算によればおよそ $11500 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ の底土がアシハラガニの巣穴形成活動により地表面に掘り出されたことになり、この量はもし朝夕にともなう水の移動により地表面に均一に拡がるとすると、1日に約 1.15 cm の厚さの底土が地表面をおおうことになる。

第 4 章

アシハラガニの巣穴選択と
滞在期間について

1. はじめに

第3章において、アシハラガニが巣穴を形成することによつて、莫大な量の土壌を攪拌することを述べたが、この場合、もし崩壊した巣穴の中にカニが滞在していれば、掘り出す底土は巣穴を修復する程度のわずかな量となり、もし巣穴を放棄していれば、巣穴は潮汐によつて完全に埋められるから、新たに巣穴を形成しなければならず、したがつて、多量の底土を掘り起こすことになる。すなわち、底土の交換量は、アシハラガニが巣穴にどの位の時間滞在するかによつて大きく変わる。

本研究は、アシハラガニの巣穴滞在時間を知ることを目的としたものであるが、すでに述べたように、巣穴は潮汐の影響によつて崩壊と新生の過程を繰り返しているので、野外において研究することは、困難というよりも不可能に近い。そこで、巣穴の代用として、塩化ビニールのパイプを現場に設置し、滞在

期間はどれ位であるかを調査した。しかし、このような人工物を用いる実験に際しては、まず始めにアシハラガニがパイプを巣穴と同様に選択して、滞在するかを実験的に確かめられなければならない。そこで、実験ノにおいては、実験室において巣穴に似せて手で掘ったくぼみとパイプに対するアシハラガニの選択実験をおこなった。この場合、いかなる直径と長さのパイプを、どの大きさの個体が巣穴として利用するかについても合わせて研究をおこなった。

実験1、塩化ビニールパイプに対する アシハラガニの選択実験

1、方法

直径50 cm・高さ55 cmの円筒容器に、深さ20 cmまで海砂をつめ、図17に示すように壁に接して直径3.4 cm・長さ25 cmのパイプを埋没し、反対側に同じ大きさの穴を巣穴に似せて手で掘り、中央にアシハラガニを放ち、どちらを選択するかを同一個体について約20回の観察を繰り返しおこなった。このような観察を、30個体についておこなった。

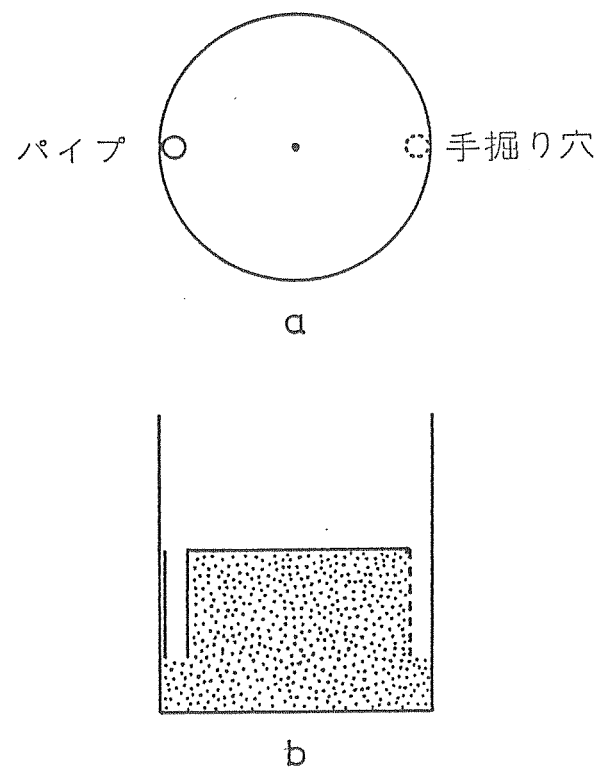


図17. パイプと手掘り穴に対するアシハラガニの
選択実験の装置

a: 上面図, b: 断面図

2. 結果および考察

表6に、パイプと手掘りの穴に対するアシハラガニの選択実験の結果を示す。パイプと手掘りの穴を選択し滞在した回数は、前者で36、後者で29とほぼ等しく、どちらの穴にも入らずに放浪していた場合は3で極めて少なかった。すなわち、巣穴に似せた手掘りの穴と同様にパイプを利用することが示された。このことは、アシハラガニの穴居生活は、必ずしも巣穴形成活動を前提として成立するものではなく、適切な穴であれば、巣穴形成活動を省略して生息するという、間隙生活者としての生活形を保持しているものと思われる。

表6. パイプと手掘り穴に対する
アシハラガニの選択頻度

	観察回数 (%)	
パイプ	332	(50.3)
手掘り穴	295	(44.7)
放浪	33	(5.0)

実験2、野外におけるアシハラガニの 入工巣穴の利用について

1、目的および方法

つぎに、異なる直径と長さをもつパイプを現場に埋没し、どの大きさの個体がどの直径や長さのパイプを選択するかを知るために、次の実験をおこなった。

第3章の図4と図16に示した巣穴の直径と深さの頻度分布を参考にして、197・3.4・5.14 cmの直径の塩化ビニールパイプを、3・7・15・30 cmの長さにそれぞれ切断し、合計12種類のパイプを5本ずつ用意し、1 m間隔でヨシ原に垂直に埋め込んだ。これらの異なる直径と長さのパイプに入っていたアシハラガニの数を計数し、甲ゆ、甲長、甲厚および歩脚の長さを測定した。測定は、1982年8月4日から8月31日まで、合計13回おこなった。

2. 結果および考察

表7は、前記12種類の大きさのパイプにおけるアシハラガニの利用頻度を百分率として示したものである。長さが3 cmのパイプには全く出現せず、7 cmのパイプでは利用率は極めて低いが、15、30 cmのパイプでは利用率は高くなる。一方、直径については、3.44、1.97 cmのパイプでは利用率は高く、5.14 cmのパイプでは低下する。以上から、長さの短いものおよび直径の大きなものでは利用率が低下し、直径が1.97 cmと3.44 cmで長さが15、30 cmのパイプに対して、高い選好性を示すことが判明した。

つぎに、利用率の高い4種類のパイプ（直径1.97 cm × 長さ15 cm, 1.97 cm × 30 cm, 3.44 cm × 15 cm, 3.44 cm × 30 cm）から採取されたアシハラガニの甲中を測定し、その結果を平均値として表8に示す。いずれのパイプでも、直径に比例して甲中の大きい個体が認められた。

表7. 直径と長さの異なるパイプにおける
アシハラガニの利用頻度 (%)

直径 (cm)	長さ (cm)			
	3	7	15	30
1.97	0	1.6 \pm 3.4	38.4 \pm 14.4	63.0 \pm 9.6
3.44	0	1.6 \pm 3.4	47.6 \pm 12.6	81.6 \pm 7.8
5.14	0	0	23.0 \pm 12.0	38.4 \pm 18.2

表8. 直径と長さの異なるパイプを利用した
アシハラガニの甲幅 (cm)

直径 (cm)	長さ (cm)	
	15	30
1.97	1.65 ± 0.15	1.73 ± 0.08
3.44	2.41 ± 0.10	2.63 ± 0.08

この結果から、パイプを利用するアシハラガニの大きさは、パイプの長さよりは直径に依存することが判明した。

それでは、なぜアシハラガニの甲巾とパイプの直径の間に高い相関が認められるかという点であるが、これについてはカニがパイプの中でどのように移動しているかを観察する必要がある。著者の観察によれば、図4に示すように、カニは甲と歩脚を使ってパイプの中を移動するが、この場合、甲厚と歩脚の長さの和がパイプの直径よりも小さい個体は、壁面に接することができないので、移動できないし、また、甲長がパイプの直径より大きな個体は入ることができないと考えられる。すなわち、カニが移動できるパイプの直径は、甲長より大きく、甲厚と歩脚の長さの和よりも小さいことが要求されるわけである。したがって、甲巾とパイプの直径との関係（表4）を考える場合、甲厚と歩脚の長さの和および甲長と、甲巾との関係を調べる必要がある。

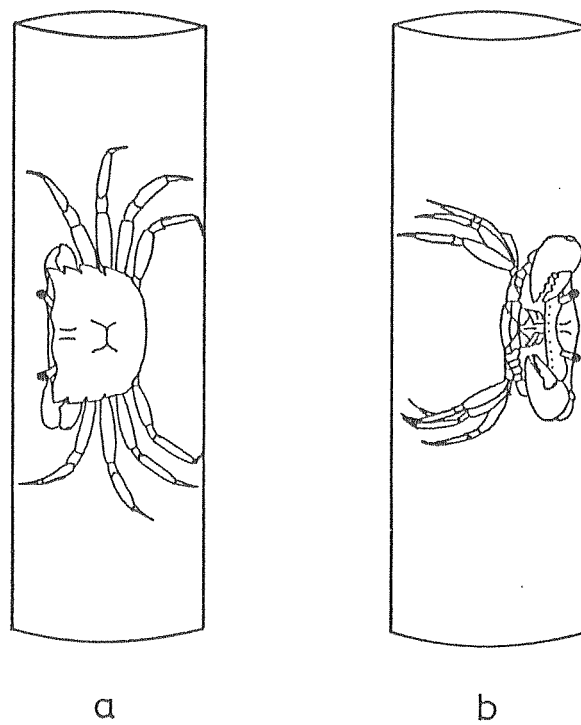


図18. パイプ中におけるアシハラガニの移動状態
a: 背面図, b: 正面図

つぎに、アシハラガニの甲長と甲巾の関係、および甲厚と歩脚の長さの和と甲巾の関係を、それぞれ図19(a)と(b)に示す。これらの図によれば、いずれも極めて高い相関が認められるので、甲長および甲厚と歩脚の長さの和を甲巾に変換することは可能である。このようにして、直径197 cmおよび344 cmのパイプを移動できる最大の甲巾と最小の甲巾を、甲長および甲厚と歩脚の長さの和から求め、実際にこれらの直径のパイプを利用していたカニの最大甲巾と最小甲巾を比較した(表9)。この表から明らかのように、利用個体の最大および最小甲巾は、いずれも甲長および甲厚と歩脚の長さの和から求めた最大および最小甲巾の範囲の中に入っていることがわかる。

以上の結果から、アシハラガニは塩化ビニールパイプの開口部直径を選択の基準として利用していることが示唆された。

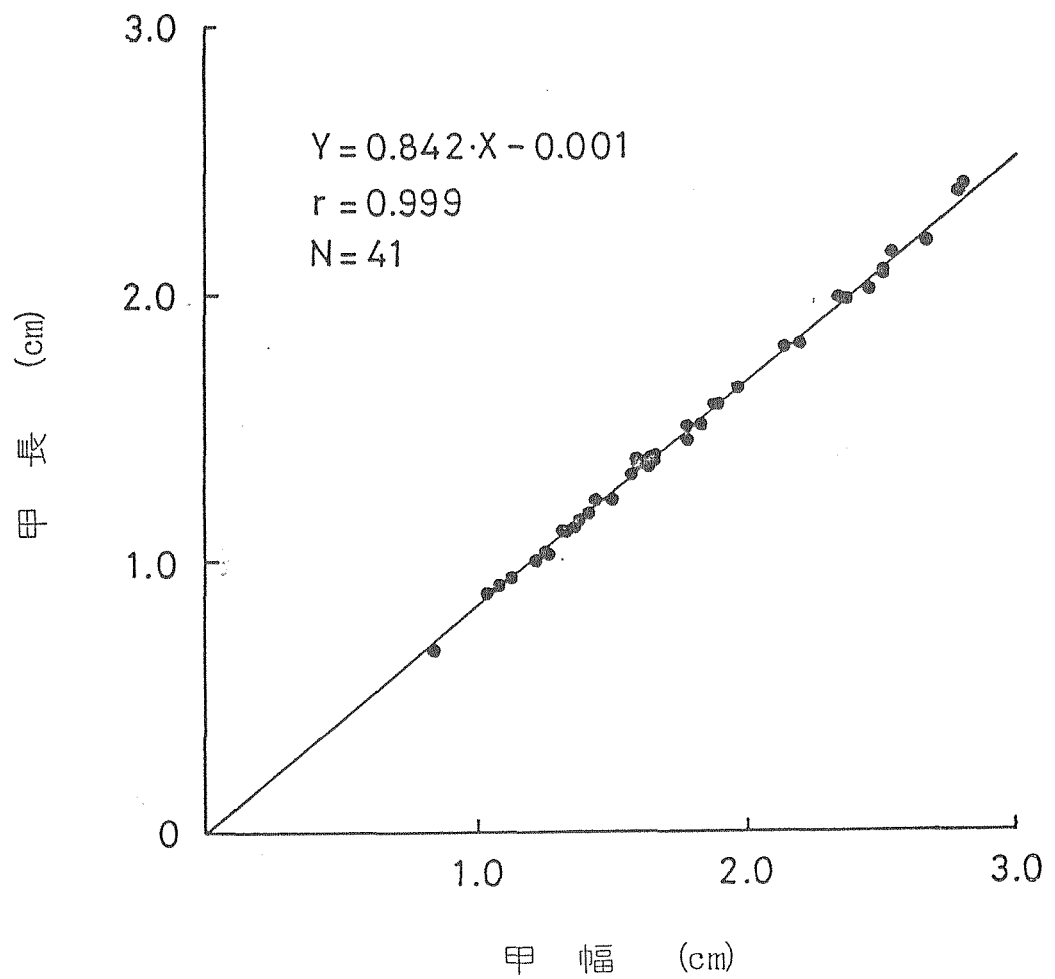


図 19 (a). 甲長と甲幅との関係

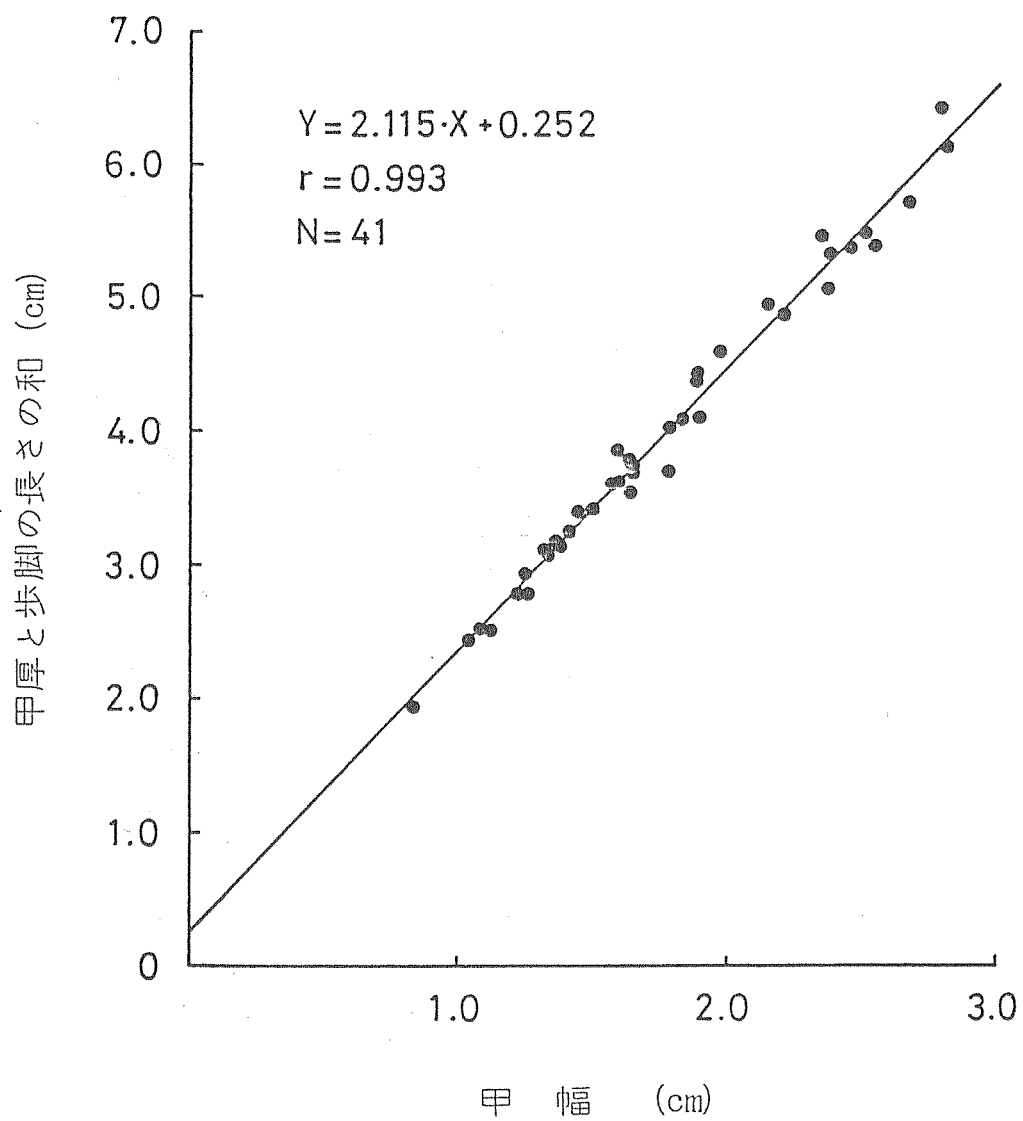


図19 (b) . 甲厚と歩脚の長さの和と甲幅との関係

表9. 直径の異なるパイプにおけるアシハラガニの
最小および最大甲幅 (cm)

直径 (cm)		甲幅 (cm)	
		実測値	推定値
1.97	最小値	1.36	0.81
	最大値	2.20	2.34
3.44	最小値	1.87	1.51
	最大値	3.17	4.09

実験3、人工巣穴におけるアシハラガニの滞在期間

1、目的および方法

つぎに、異なる直径と長さを持つ塩化ビニールパイプにおけるアシハラガニの滞在期間を知るために、1.97 cmと3.44 cmの直径のパイプをそれぞれ15 cmと30 cmの長さに切断した4種類のパイプを現場に設置し、そこに入り込んだ個体を取り出し、ペンキで標識した後再びパイプに戻し、標識個体のパイプにおける滞在時間を追跡した。測定は1982年8月17日から27日まで、1日1回ずつおこなった。

2. 結果および考察

表10に、その結果を示す。この表から明らかのように、いずれのパイプにおいても1日しか滞在しない個体が圧倒的に多く、2日以上滞在した個体は極めて少なかった。

さて、第3章で、巣穴はその半数が4日間で消滅することを報告したが、アシハラガニの巣穴は内側から裏打ちされていないので、アシハラガニがいない巣穴は、1日2回の潮汐にともなう水の移動によって崩壊し消滅する。一方、カニがいる巣穴は干潮時に修復され残存する。ところで、パイプを利用しているアシハラガニの滞在時間はほぼ1日であるという事実は、同一個体が同じ巣穴を修復しながら長期間にわたって利用すると考えるよりは、ある巣穴に入った個体は1日間その巣穴を利用して、次の日には巣穴を離れる。その後、他の個体がその巣穴に入った場合には、その巣穴を1日後まで利用し、カニが入らな

表10. 直径と長さの異なるパイプにおける
アシハラガニの滞在日数

直径 (cm)	長さ (cm)	日数						
		1	2	3	4	5	6	7
1.97	15	11	2					1
	30	14	2	1	1	1	1	
3.44	15	19	1	1	1			
	30	36	2	1				

か、た巣穴は崩壊、消滅すると考えられる。
第3章で述べた巣穴全体の残存率（図12）は、
このような過程によって決められるものと考
えられる。

第 5 章

アシハラガニの巣穴形成活動が
土壌に及ぼす影響について

ノ、はじめに

第3章において、アシハラガニは巣穴形成活動によつて、極めて多量の土壌を攪拌していることが判明した。したがつて、巣穴形成活動によつて、地表に落下した植物遺体は土壌中に埋め込まれることが期待される。

本章では、土壌中に埋め込まれた植物遺体の垂直分布および土壌の化学的性質を、巣穴形成の有無および巣穴の密度との関係において調べることにより、アシハラガニの巣穴形成活動が土壌へ及ぼす影響について考察することを目的とした。

実験1. アシハラガニの有無によるヨシ枯死体の土壌中の現存量の比較

1. 目的および方法

巣穴形成の有無にともなう植物遺体の埋め込みに関しては、アシハラガニが存在しない汽水性ヨシ原はないので、カニを除去した区とカニが存在する区を現場に作成し、両者におけるヨシの葉の土壌中の現存量を比較した。

蒲生鴻のヨシ原の汀線より10mと30mの地点に、直径50cm、高さ80cmの円筒容器を2個ずつ、地下50cmの深さまで埋没し、それぞれの地点の土壌を地表面と同じ高さまで詰めた。この場合、通水を図るために、円筒容器の底板および側板に直径5mmの穴を約5cmの間隔であけた。このような容器内の土壌表面に、ヨシの葉を約60g 敷き詰め、一方には甲巾が約3cmの大型のアシハラガニを5個体ずつ放ち、他方は対照区とした。実験期間は、

1982年7月から9月までの約3ヶ月であった。

つぎに、1~5 cm、5~10 cm、10~20 cm、
20~30 cm、30~40 cm、40~50 cmの深さから土
壌を採取し、1 mm の篩でふるい、ヨシの葉
を選別し、乾燥重量 (110°C で乾燥) を求め
た。

乙、結果および考察

アシハラガニの巣穴形成活動によるヨシの葉の埋め込み実験の結果を、図20に示す。10m地点に設置した円筒容器においては、カニがいない対照区の土壌中のヨシの葉は極めて少なく、そのほとんどが表層に堆積しているのに対し、カニを放した実験区では、1~10cmの深さの土壌において、ヨシの葉は多量に認められたが、それより深いところにはほとんど認められなかった。すでに、第2章で述べたように、汀線より10mの地点における巣穴の深さは約10cmであるので、表層より10cmの深さの間に、多量のヨシの葉が存在していることは、明らかにアシハラガニの巣穴形成による埋め込みに由来するものと考えられる。

また、30m地点に設置した容器内でも、対照区では土壌中に埋没した葉の現存量は極めて少ないが、アシハラガニを放した実験区では、深さ1cmまでの土壌中において多量の葉

ヨシの枯死体の葉部 (mg/100g乾燥土壌)

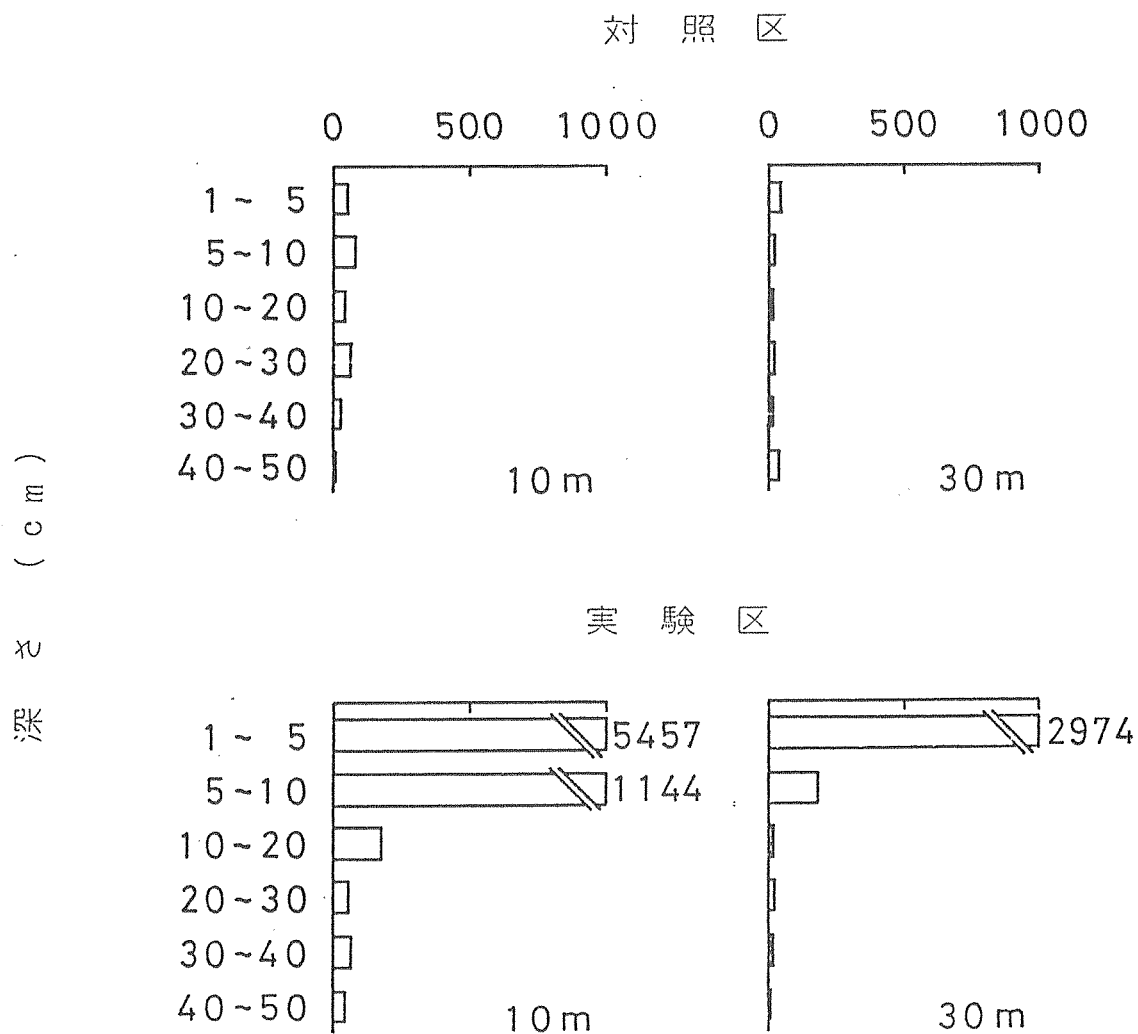


図20. 汀線より10m・30mの地点における対照区と実験区の
土壌中のヨシ枯死体の葉部の垂直分布

が存在した。すでに第2章で述べたように、30m 地点における干潮時の水位は地下5cmで、かつ砂質であるために、巣穴の深さは浅くなったが、そのために葉が多量に分布する部位が浅くなったものと考えられる。

以上の結果から、アシハラガニは、その巣穴形成活動によって、表層に堆積した植物枯死体を土壤中に埋めることが明らかになった。

実験2、 巣穴の密度と土壌中におけるヨシ 枯死体の垂直分布

1、 目的と方法

第2章では、汀線より10m および50mの地点で巣穴の密度が高く、30m地点では低いことを示したが、このような巣穴の密度のちがいによって、土壌中のヨシ枯死体の現存量および土壌の化学的性質がどのように異なるかを知るために、現場の土壌分析をおこなった。

汀線より10、30、50mの地点において、1～10cm, 10～20cm, 20～30cm, 30～40cm, 40～50cmの深さより採取した土壌を1mm目の篩でふるい、ヨシの葉および茎を選別し、乾燥重量を求めた。同時に、土壌中のアンモニア態窒素を水蒸気蒸留法 (BLACK : 1965) によって分析した。また、地表にはヨシ枯死体が落下、堆積しているので、地表から深さ1cmまでの土壌については測定より除外した。

2. 結果および考察

土壌中におけるヨシ枯死体の葉および茎の垂直分布を、それぞれ図2/ (a)と(b)に示す。巣穴の密度が高い10m地点において、ヨシの葉は巣穴の形成部位である20cmの深さまで多く認められ、それより深くなるにつれて急激に減少した。このことは、地表に堆積した葉が地下に埋め込まれていることを示唆する。

巣穴の数が少ない30m地点においては、ヨシの葉は深さに関係なく少ない。この結果は、地表部の葉が地下に埋没されにくいことを示す。

また、巣穴数の多い50m地点では、10~20cmの深さにヨシの葉が最も多く認められ、20~30cmの深さでもかなりの量が存在した。第2章で示したように、この地点ではシルト・クレイ含量と地下水位によって、巣穴は深くなるが、埋没枯死体の量がこの深さで多いことは、巣穴の密度の増加にともなって、埋没

ヨシ枯死体の葉部 (mg / 100g乾燥土壌)

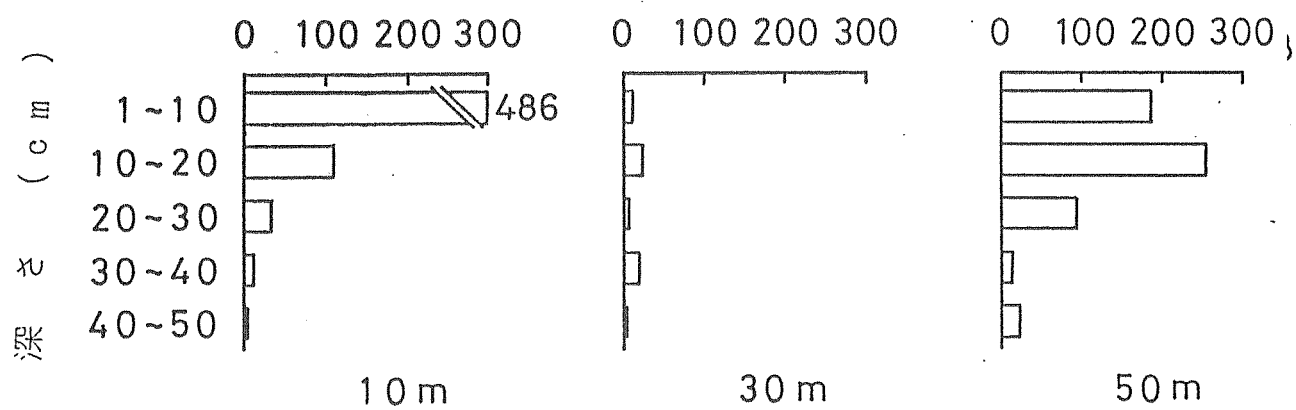


図21 (a). 汀線より10・30・50mの地点の土壌におけるヨシ枯死体の葉部の垂直分布

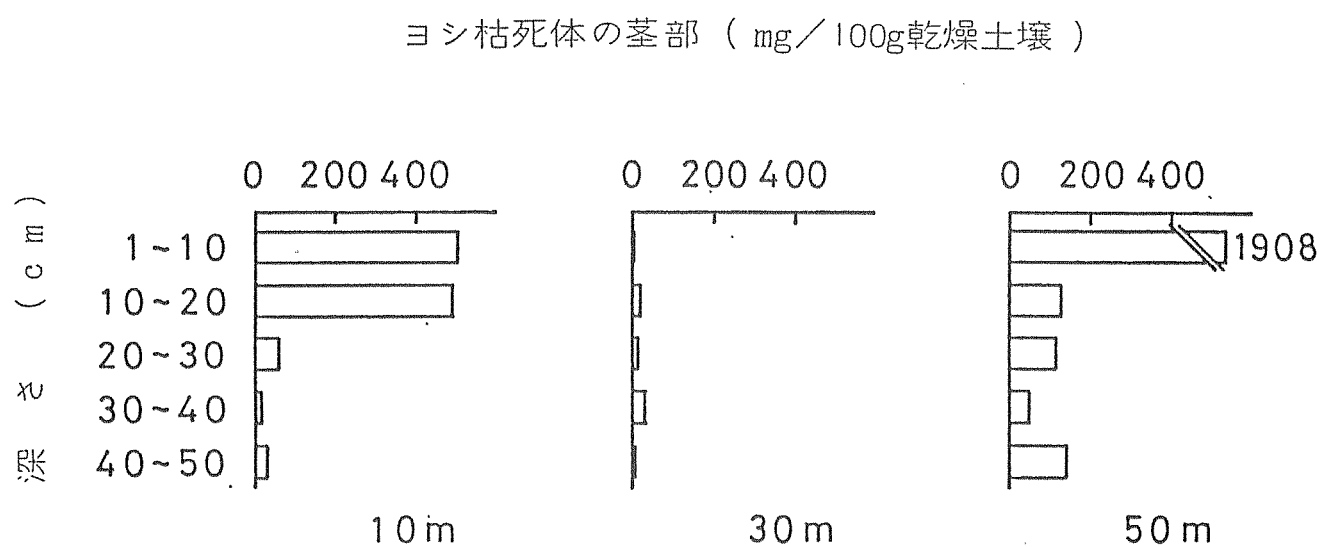


図21 (b). 汀線より10・30・50mの地点の土壌における
ヨシ枯死体の茎部の垂直分布

される葉の量が増大していることを示す。

さらに、図21(b)に示すように、10m・30m・50m地点の土壌中におけるヨシ枯死体の茎の垂直分布にも、ヨシの葉の垂直分布と同様な傾向が認められた。

図22に、土壌中におけるアンモニア態窒素の垂直分布を示す。10m地点では、全体を通して約 $5\mu\text{g/g}$ のアンモニア態窒素があり、深さにかかわらずほぼ一定であった。また、30m地点においては、全層にわたって極めて少量のアンモニア態窒素が認められた。50m地点では、1~20cmの深さでは $5\mu\text{g}/100\text{g}$ で、10m地点の土壌中の濃度とはほぼ等しく、それ以深では幾分減少した。すなわち、アンモニア態窒素においても、巣穴の密度の高い10m・50m地点の土壌では多く、巣穴の密度が低い30m地点では少ないことが認められた。このことは、ヨシ枯死体の埋め込み量と対応しており、巣穴形成活動によって、土壌におけるヨシ枯死体の分解が促進されたことを示唆する。

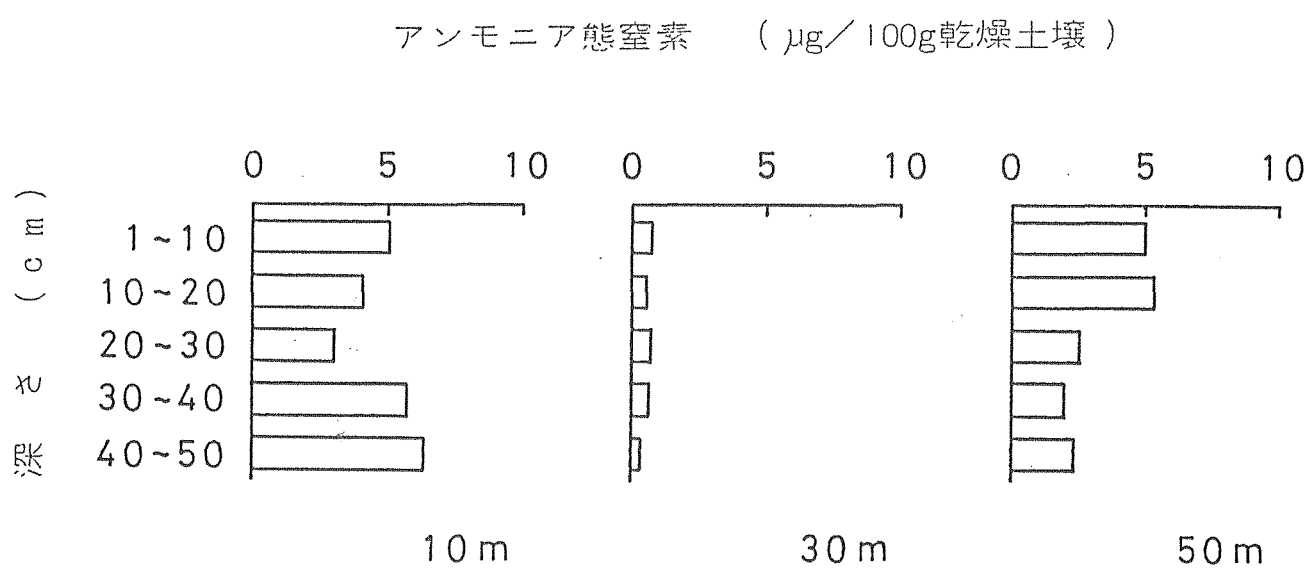


図22. 汀線より10・30・50mの地点の土壌における
アンモニア態窒素の垂直分布

第 6 章

総 合 討 論

本研究は、アシハラガニの巣穴形成活動が感潮ヨシ原の土壤に及ぼす影響を明らかにすることを主たる目的として行なったものであるが、アシハラガニの巣穴は、環形動物のそれとは異なり、巣穴の内壁を分泌物で固めることをしないので、潮汐にともなう水の移動によつて、容易に崩壊する。この場合、もしアシハラガニが巣穴に滞在しておれば、干潮時に崩れた巣穴を修復するが、もしカニが滞在してなければ、巣穴はほぼ完全に崩壊、消滅するので、カニが新たに巣穴を形成しようとするれば、それによつて地表に掘り出される底土の量は、巣穴の容積に相当することになる。

また、アシハラガニは活動期において、どれ位の時間同一巣穴に滞在するかを、ヨシ原に埋め込んだ塩化ビニールパイプにおいて測定したが、大多数のカニの滞在時間は1日であることが判明した。一方、ヨシ原における巣穴の残存率を経日的に調べると、半数が消

滅するのに4日を要することがわかった。このことから、アシハラガニは1つの巣穴を1日間利用した後放棄し、別の場所に新たに巣穴を形成するが、他方別の個体によって造られた巣穴の直径が自分の体の大きさに合致する場合には、そこを利用する個体が存在することが示された。すなわち、アシハラガニが巣穴を利用する場合、掘り起こすという行動を必ずしも伴うものではなく、出来上がった巣穴を利用するといった間隙動物としての巣穴利用行動を示す。

ところで、アシハラガニは原則として1つの巣穴を1個体が利用し、また、大きな個体は大きな巣穴を掘るので、このような行動による土壌攪拌量は、当然アシハラガニの密度とその大きさによって異なることが想像される。この場合、巣穴の密度と直径および深さの分布は、底土のシルト・クレイ含量と水分含量によって支配され、また地下水位によっても影響を受けることは、第2章に示した通

りである。

このような結果に基づいて、巣穴の密度が $40/m^2$ と高い場所における底土の掘り出し量を推定すると、 $/m^2$ 当り / 日に $11500 cm^3$ にも達する。

一方、アシハラガニは巣穴を形成する際に、掘り出した底土を巣穴の周囲に積み上げるが、このようにして積み上げられた底土は、潮汐にともなう水の移動や降雨などによって崩され、地表面に広げられるので、地表面に落下、堆積したヨシ枯死体を被うことになる。すなわち、アシハラガニの巣穴形成活動によって、地表に堆積したヨシ枯死体は徐々に地中深く埋没する。また、このような場所にアシハラガニが巣穴を形成する際、埋もれたヨシ枯死体は多くの場合細断され、底土とともに地表に掘り出され、底土と混合される。このようにして細片化された植物遺体は、アシハラガニの巣穴形成活動によって底土とともに攪拌され、土壤中に広く分布するようになること

が考えられる。実際、土壌中のほぼすべてのヨシ枯死体の大きさは、 1cm よりも小さく、この事実はアシハラガニの巢穴形成活動によって、ヨシ枯死体が細片化されることを示すものである。

一方、細断された植物遺体は、細片化を受けない状態に比して、その表面積は著しく増大し、細菌による分解を受けやすくなると考えられる。図22に、土壌中におけるアンモニア態窒素の垂直分布を示したが、ヨシ枯死体が埋め込まれていた部位には、アンモニア態窒素が多量に存在しており、埋め込まれたヨシ枯死体は速やかに分解されていることが示唆された。

また、1980年9月24日に、蒲生潟の汀線より 10m ・ 30m および 50m の地点において、ヨシ地上部の茎数および現存量を測定した結果を、表11に示す。この表より、アシハラガニの巢穴の密度が高い 10m および 50m 地点において、ヨシ地上部の茎数および現存量が高い

表11. 汀線より10・30・50mの地点における
ヨシ地上の茎数と現存量/m²

調査地点	10 m	30 m	50 m
茎数	104	76	100
現存量 (g)	1720	1572	1664

という対応関係が認められるが、両者の関係については、さらに検討を加える必要がある。

以上述べたように、アシハラガニの巣穴形成は潮汐と土壌の性質によって決められ、また、巣穴形成によって土壌の攪拌、リターの細片化、リターの土壌への埋め込み、および土壌の化学的性質の変化という一連の過程が引き起こされるので、巣穴形成活動は汽水域ヨシ原の生態系における物質循環の連鎖の中で位置づけることができる。

No. 59

摘 要

本研究は、アシハラガニの巣穴の分布とその要因を、底土のシルト・クレー含量および含水量と潮汐にともなう水位変化との関係において解析し、さらに巣穴形成活動のもつ生態学的な意味を明らかにしたものである。得られた結果を要約すると、以下のとおりになる。

- 1、アシハラガニの巣穴の密度が高い場所においては、巣穴形成部位の底土のシルト・クレー含量は高く、また、巣穴の密度の低い場所の底土においては、シルト・クレー含量は極めて少なかった。
- 2、巣穴の密度の高い場所においては、直径が大きく、かつ深い巣穴が観察された。一方、巣穴の密度が低い場所では、直径の小さい巣穴が優占し、かつ浅いものが極めて多かった。
- 3、シルト・クレー含量の少ない底土においては、巣穴の深さと地下水位の深さはほぼ一致しており、巣穴の深さは地下水位の深

とによつて規定されることゝわかつた。

4、朝夕にともなう水の移動により、一部の巣穴は崩壊するが、それとはほぼ同数の巣穴が新しく形成された。

5、新生巣穴の崩壊は巣穴形成ノ日後からはじまり、巣穴の半数が崩壊するのに要する時間はほぼ4日であつた。

6、活動期におけるアシハラガニの巣穴形成活動によつて掘り出された底土の量は、およそ $11500 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{日}$ と推定された。

7、また、アシハラガニは塩化ビニールパイプを巣穴の代用として利用し、パイプの直径とアシハラガニの甲巾との間には相関が認められた。

8、パイプを入工巣穴として汽水域ヨシ原の底土に埋めた場合、パイプにおけるアシハラガニの滞在時間はほぼ1日であつた。

9、巣穴の密度の高い場所の土壤には、多量のヨシ枯死体の葉および茎が存在するが、巣穴の密度の低い場所の土壤においては、

その量は極めて少なかった。

10、また、土壤のアモニア態窒素の量は、
巣穴の密度の高い場所で多く、巣穴の密度
の低い場所ではほとんど認められなかった。

No. 63

謝 辭

16

17

本研究をおこなうにあたり、終始懇篤なる御指導、御鞭撻をいただき、また本論文の校閲をいただいた東北大学理学部生物学教室、栗原康教授に深謝の意を表します。

本研究の遂行上、種々の助言を与えられた東北大学理学部生物教室、菊地永祐助教授、野外調査を手伝っていただいた動物生態学研究室、院生、学生の方々、現地調査にあたって種々の便宜を図っていただいた仙台市蒲生の丸新養魚場の方々に厚く御礼申し上げます。

No. 65

引用文献

10

11

1. BLACK, C. A. 1965. *Methods of soil analysis*.
1195 - 1199. American Society of
Agronomy, Inc., Publisher Madison,
Wisconsin, USA.
2. 五嶋聖治・伊沢雅子・小野勇一、1978、
イワガニ類の生活場所と日周期活動、
ベントス研連誌、15, 16: 28-33
3. ONO, Y. 1959. *The ecological studies on
Brachyura in the estuary*. Bull. Mar.
Biol. Sta. Asamushi, Tohoku Univ,
9: 145 - 148